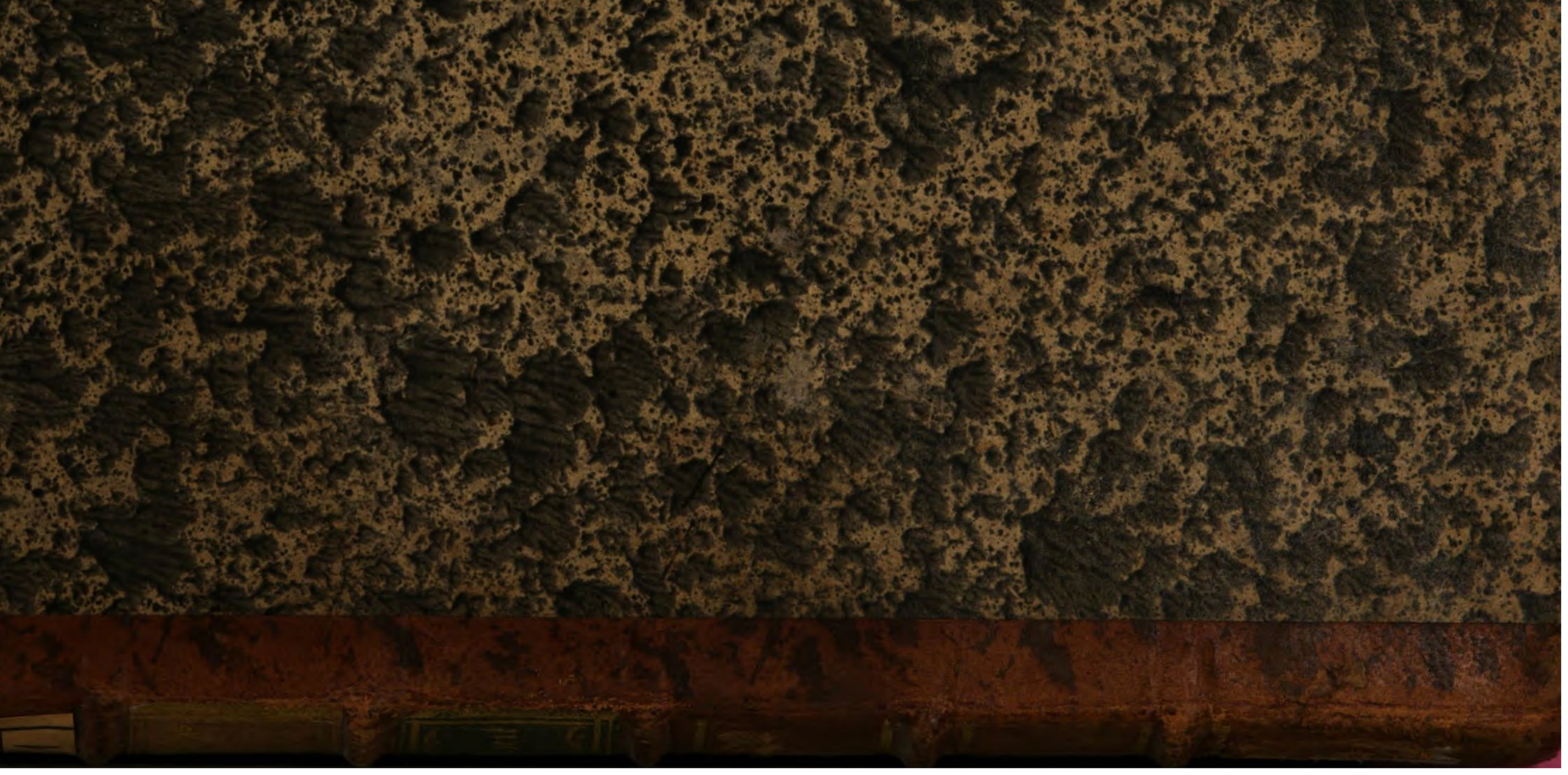

A. hydr. 1541 o (1

Zur

Bibliotheck

der

Königl. Baierschen

Forstschule

Weihenstephan.

D 5

Ausführlichere Abhandlung
der
Hydrotechnik
oder
des Wasserbaues
von
Johann Esaias Silberschlag,
Königlich-Preussischen Oberkonsistorial- und Oberbauraths ꝛc.
Direktors der Königl. Realschule und Mitgliedes der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Bayer. Staatsministerium
für Landwirtschaft u. Forsten
Ministerialforstabteilung
Bücherei

K. BAYER. MINISTERIALFORSTBÜCHEREI

Erster Theil.
Mit 16. Kupfertafeln.

Zweyte mit Anmerkungen vermehrte Auflage.

WIEN,
Gedruckt bey Johann Thomas Edlen von Trattnern,
kaiserl. königl. Hofbuchdruckern und Buchhändlern.
1785.

6/62/1117

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Bayerische
Staats-Bibliothek
MÜNCHEN.

Vorrede.

Wenn der patriotische Eifer das Beste eines Landes auch in Ansehung der Oekonomie und Architektur zu befördern eine große Seele begeistert; so entspringen insgemein daraus Folgen, die nicht nur in Ansehung ihrer inneren Güte, sondern auch in Ansehung ihres fruchtbaren Umfanges von Wichtigkeit sind. Je mehr dem Kursächsischen Vicepräsidenten und Ritter vom Russischkaiserlichen Alexanderorden, Freyherrn von Hohen-

thal Excellenz, die Bedürfnisse der Länder zu Gesicht kamen, desto mehr wurden Dieselben gewahr, wie nöthig es sey, den Wasserbau in eine ordentliche Wissenschaft zu verwandeln. In Hoffnung es würden nachmals einsichtsvolle und erfahrne Männer nicht unterlassen, dem einmal gezeigten Wege zu folgen, und einer so entsetzlichen Unglücksfällen begegnenden, auch so ausgebreiteten Nutzen von einem regelmäßig eingerichteten Wasserbaue versprechenden Wissenschaft die gehörige Ausdehnung und Vollständigkeit ertheilen, setzte dieser verehrungswürdige Patriot im Jahr 1754 einen ansehnlichen Preis auf das erste System. Meine damalige Muße und die viele Gelegenheit, die mir begegnet war, zu einigen Kenntnissen in der Hydrotechnik zu gelangen, bewogen mich einen Versuch zu machen, und mein kurzer Aufsatz hatte das Glück den Preis zu erlangen. Einen stärkerern Ruf der Vorsehung mich ferner mit dieser so unentbehrlichen als ungemein fruchtbaren Wissenschaft zu beschäftigen, hatte ich wohl nicht

zu erwarten. Daher unterließ ich nichts, was mir in Erweiterung meiner Einsichten nur einigermaaßen zu statten kommen konnte, nahm mir auch vor, bey einer anderweitigen Gelegenheit eine vollständigere Abhandlung zu liefern. Wie groß aber war meine Freude, wie ich an dem Herrn, **Johann Baptist Eberenz**, Ingenieur und kaiserlichen Wasserbaues Director ꝛc. zu Freyburg im Breyßgau einen Nachfolger erblickte, welcher im Jahr 1767 **erste Gründe der Wasserbaukunst an reissenden Flüssen** herausgab, und dadurch diese Wissenschaft ansehnlich und gründlich erweiterte, wozu ihn seine Einsichten in die Geometrie und Physik, wie auch seine Belesenheit in den vortreflichsten Schriftstellern unsers Jahrhunderts berechtigte. Diejenigen, welchen die zu der Hydrotechnik nöthigen Einsichten in die Naturlehre und Meßkunst fehlen, können sie aus diesem kostbaren Werke ersetzen.

Vorrede.

Unterdessen erschien meine kleine Abhandlung vom Wasserbau an Strömen in einem neuen Habite unter dem Titul: Theorie des Fleuves traduit de l' Allemand. Par M. d' Au** Officier réformé. A Paris 1769. Es sey mir erlaubet, meine öffentliche Danksagung gegen diesen mir unbekannt gebliebenen und meiner ganzen Verehrung würdigen Gönner abzustatten, und ich wünsche nichts mehr, als daß es dem Allerhöchsten gefallen möge, auch auswärts meine geringe Arbeit mit einigen Segen für das gemeine Wesen zu begleiten. Was für schätzbare Abhandlungen und Ausarbeitungen vom Wasserbaue sind nicht schon längst in dem durch ganz Europa berühmten Belidor enthalten! Was haben uns nicht die holländischen Architekten für einen Vorrath geliefert! Da aber dieses alles nur einzele Materien betrifft; so kommt es nur darauf an, daß alles in eine gehörige Ordnung gesammlet, und endlich ein vollständiges System zu Stande gebracht werde. Es ist besonders, indem man hin und wieder

theo=

theologischer Seits die Systeme für überflüßig, ja so gar als hinderlich zu einer heilsamen Erkenntniß der allererhabensten, seligsten und nothwendigsten Wissenschaft in der ganzen Welt unbedachtsamer Weise erkläret, fängt man politischer Seits an ihren Werth kennen zu lernen und zu schätzen.

Was den Seebau betrifft; so besassen wir schon an den vor dem sechs und funfzigsten Jahre dieses Jahrhunderts zu Aurich heraus gekommenen Anfangsgründen der Deich- und Wasserbaukunst des seligen Herrn **Albert Brahms** ein unschätzbares Werk. Dieser vortreffliche Mann besaß Theorie, Algeber und praktische Erfahrung genug, uns etwas recht vollständiges zu liefern, ihm fehlet nichts als systematische Ordnung. Praktische Schriften werden gewöhnlicher Weise dieses Fehlers bezüchtiget, ich finde aber nicht nöthig sie zu vertheidigen. Bedenket man, woher dieser Fehler entstehet; so wird man sich zugleich überzeuget haben,

daß er unvermeidlich sey. In der Theorie folgen die Wahrheiten auf einander wie Grund und Schluß, in der Praxi wie Ursache und Wirkung; wer siehet hieraus nicht ein, daß dieser zweyfache Zusammenhang gar sehr von einander abweiche? Eben dieses ist die Ursache, warum auch in der gegenwärtigen ausführlichen Abhandlung der theoretische Theil von dem praktischen getrennet erscheinet. Ich gelange zu der ganz und gar praktischen **Anleitung zum Deich Siel- und Schlengenbau** des **Herrn Hunrichs**, Dänischen Justizraths und Deichgrafen in den Grafschaften Oldenburg und Delmenhorst. Dieses schätzbare Werk hat zu Bremen 1770 in zween Theilen die Presse verlassen. Beyde Werke, dieses und des **Brahms** Anfangsgründe besitzen Stoff genug, sich vom Seebaue einen vollständigen Begriff zu machen; man siehet aber auch, wie weit die Stromhydrotechnik von dem Seebauwesen abweiche. Wie könnte ich aber mit Stillschweigen das vortrefliche Werk der **Kästnerischen** Hydrodynamik über-

gehen? Dieser berühmte große und tiefsinnige Gelehrte hat uns durch seine wohlgerathenen algebraischen Kalkuls in Stand gesetzet bis in die innersten Tiefen der Hydrotechnik hineinzudringen.

Längst hatte ich mir vorgenommen, eine ausführlichere Abhandlung dieser Wissenschaft zu entwerfen, als Herr **Fritsch** in Leipzig mir gütigst zu wissen that, daß er von meiner kleineren Abhandlung die dritte Ausgabe veranstalten werde. Meine mit andern wichtigeren Beschäftigungen besetzten Stunden erlaubten mir anfangs nicht an Ausführung meines Vorhabens zu gedenken, und ich machte auch wirklich den Anfang einige Bogen wieder durchzusehen, und hin und wieder mit einigen nöthigen Anmerkungen zu vermehren, wie solches auch die ersten Kapitel ausweisen werden. Unterdessen bemerkte ich die Unvollständigkeit meiner ersten Arbeit, zumal da sich bisher durch Bereisung, Besichtigung und Beurtheilung mancher Was-

serarbeiten nothwendig meine Einsichten vermehren, und in einigen wenigen Stücken verändern mußten. Daher entschloß ich mich, meinen ehemaligen Vorsatz mit dem gegenwärtigen Vorhaben zu verbinden, die vormalige Einrichtung der kleinern Abhandlung überhaupt beyzubehalten, das wenigere nöthige auszuschliessen, um desto mehr von dem noch schuldig gebliebenen unentbehrlichen Lehrsätzen und Erfahrungssätzen der Hydrotechnik einschalten zu können. Die wenige Zeit, so mir zu dieser Arbeit übrig blieb, erlaubte mir nicht Ausschweifungen zu begehen, und da ich bey Lesern, die von derselben wirklichen Gebrauch machen wollen, die allernöthigsten Kenntnisse der Geometrie, Trigonometrie, Mechanik und Physik zum voraus setzen kann; so würde es überflüßig gewesen seyn, die ersten Grundsätze dieser Wissenschaften wiederholt zu haben, zumal da man sich desfalls bey andern leicht Raths erholen wird. Indessen habe ich auch nichts übergangen, was nur einigermaaßen zu einer gründli-

chen Einsicht in diese Wissenschaft gereichet, und es wird schwerlich ein Fall vorkommen, wo man nicht entweder gerade zu eine Anweisung, oder doch wenigstens die Grundregel antreffen sollte, durch deren Anwendung, wofern man sonst einige praktische Fertigkeit erlanget hat, ein guter Erfolg unausbleiblich zu erwarten stehet. Der geringste Umstand verändert die Sache; aber eine Anweisung zu schreiben, in welcher alle nur mögliche geringste Umstände angezeiget werden, hiesse nichts anders, als ein unendliches Werk ausführen wollen. Es ist genug, wenn man diejenigen Umstände erörtert sieht, welche in die Hauptsache einen wirksamen Einfluß haben; so wie sich diese auf gar mannigfaltige Weise vereinigen, so müssen auch die Grundsätze und Regeln vereiniget werden, nach welchen zu verfahren ist, und da wird man bey sorgfältiger Ueberlegung selbst die Einschränkungen finden, welche aus diesen Verbindungen entstehen. Unerklärte Kunstwörter habe ich sorgfältigst vermieden, und zur Buchstabenrechnung

nung habe nicht eher meine Zuflucht genommen, als wenn es nicht zu ändern war. Ich denke aber beym Beschlusse des ganzen Werkes ein erklärtes Verzeichniß aller im **Brahm** und **Hunrich** befindlichen Kunstwörter anzuschliessen, weil daselbst viele vorhanden, deren Auslegung in denjenigen Provinzen, die nicht an das Meer gränzen, schlechterdings unmöglich ist. Hin und wieder, wo es die Beschaffenheit der Sache erlaubte oder erheischte, sind die Anweisungen zu Bauanschlägen hinzugethan worden. Völlig zutreffende Bauanschläge aber habe aus folgenden Gründen nicht ausarbeiten wollen. Erstlich sind sowohl die Preise der Materialien als auch die Lohnung der Arbeiter nicht nur in jeder Provinz, sondern so gar oft an einzelen Orten verschieden. Zweitens finden manche Ausgaben an diesem oder jenem Orte gar nicht statt. Drittens erfordert die Lage der Sache oft Zuthaten und Ausgaben, an welche nicht ehr gedacht werden kann, bevor man nicht durch den Augenschein sich davon be-

leh-

lehren läſſet. Noch mehr, es eräugnen ſich beſonders beym Grundbaue Vorfälle, an die man, ohne allwiſſend zu ſeyn, ſchlechterdings nicht hat zuvor denken können. Ein ſchleuniger Sturm, ein Grundboden, der unten hohl iſt, der nicht eher ſinket, als bis der Deich bald fertig worden, jähe Ausbrüche verborgener Quellen, anhaltende Platzregen und dergleichen Unglücksfälle mehr, machen den Preiß der Waſſerwerke ſehr ungewiß. Anfangs war ich geſonnen, den Brunnenbau mit anzuführen, weil er gewiſſermaaßen Antheil an der Hydrotechnik hat, allein wozu? es giebt aller Orten Brunnengräber genug, welche die nöthige Erfahrungsklugheit beſitzen. Ufer- und Deichordnungen hätte ich nur meiner Sammlung viele einſchalten können, vom Rhein an bis nach der Pregel; allein es gehören dieſelben nicht vor das Publikum, ſind auch nicht aller Orten anzuwenden. Eine gute Ufer- und Deichordnung muß ſich ſo gar nur für diejenige Gegend ſchicken, für welche ſie ausgearbeitet wird, und da ſind allemal Perſo-

nen

nen vorhanden, die sich zu dergleichen Ausarbeitungen schicken. Bey großen und weitläuftigen Unternehmungen hüte man sich für Rathgeber, die keine gründliche Theorie besitzen, wenn sie auch noch so sehr sich auf ihre Praxin berufen. Diese werden vieles für Kleinigkeiten halten, was keine Kleinigkeit ist, sie werden vieles angeben und in das Gelag hineinbauen, was entweder am Ende ohne allen Nutzen bleibt, oder doch wohlfeiler hätte können zu Stande gebracht werden, wenn sie sich der Kräfte des Wassers selbst zu ihrem Endzwecke zu bedienen gewußt hätten, und weil sie das Element nicht recht kennen, mit welchem sie es zu thun haben, überdem nicht regelmäßig denken gelernet; so sind sie nicht nur gefährlich, sondern insgemein vertritt bey ihnen der Eigensinn die Stelle des Verstandes. Es ist fast keine Wissenschaft, in welcher man durch den Anschein so leicht geblendet werden kann, als die Hydrotechnik, diese Leute aber urtheilen insgemein nach dem Augenscheine, finden daher leicht Beyfall, verur-

sachen unerschwingliche Unkosten, und am Ende siehet man sich hintergangen. Wieglücklich würde ich mich schätzen, wenn auch diese Arbeit meinen Mitbürgern zum wahren Nutzen gereichen, manches schädliche Unternehmen hintertreiben, und manchem Unglücke vorbeugen sollte. Ich hatte mir anfangs vorgenommen, zum Preise des unendlich weisen allmächtigen Schöpfers eine Flußbeschreibung voran zu schicken; was für Wunder der Natur, was für Spuren der unermeßlichen Allmacht, was für Tiefen der Erkenntniß Gottes würden meine Leser auf jedem Blatte unterhalten haben! was für Naturbegebenheiten, die noch bis jetzt dem größesten Theile, auch der Naturforscher, unbekannt geblieben, würden auf diesem Schauplatze ihren ersten Auftritt gewaget haben! Ein seliges Erstaunen über Gott würde auf das andere folgen, und oft würden wir uns genöthiget sehen, laut auszurufen: O welch eine Tiefe des Reichthums, beyde der Weisheit und Erkenntniß Gottes! Wie gar unbegreiflich sind seine Absichten

sichten in Austheilung der Ströme, in Bestimmung ihrer Stärke, in Veränderung ihrer Laufbahnen, und wie unerforschlich seine Wege auch im Wasser! Aber diese Materie ist zu einem Nebenwerke viel zu weitläuftig, so gern ich auch meine über diese Seltenheiten und bis zum Entsetzen schöner Schauspiele der Natur genossene entzückende Wonne meinen Nächsten auch zu geniessen geben möchte. Doch wie! vergesse ich, daß ich jetzt an einer Vorrede schreibe? Ich breche ab.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Theoretischer Theil.

Das erste Kapitel.

Von der innern Beschaffenheit der Ströme.

§. 1.

So wenig man im Stande ist von der Stärke oder Schwäche einer Festung ein Urtheil zu fällen, bevor man sich von dem Angriffe unterrichten lassen: eben so wenig wird man bey dem Strombau auf glückliche Erfindungen, und zu einer gründlichen Beurtheilung des Erfundenen gelangen; wo nicht eine deutliche Einsicht in die wahre Beschaffenheit der Ströme zum Grunde geleget wird.

§. 2. Wir wissen noch viel zu wenig von Flüssen, wenn sie uns als offene Kanäle vorkommen, in welchen sich das Wasser vermittelst eines beständigen Gefälles fortbeweget. Die Natur, welche viel zu geheim ist, als daß sie ihre Werkstatt vor jedermanns Augen hinstellen sollte, hat einen gar ansehnlichen Theil derjenigen Kräfte, mit welchen die Ströme die Werke der Kunst angreifen, unsern Augen entzogen.

Anmerkung. Lehrsätze, deren Gewißheit man aus Gründen einsehen kann, obgleich die innere Möglichkeit der Sache uns unbegreiflich bleibet, weil

uns die Einsicht in dem Zusammenhange zwischen der Ursache und ihrer Wirkung fehlet, nennet man Geheimnisse. Man beschwere sich ja nicht über die Geheimnisse der göttlich geoffenbarten Religion: auf Erden können wir nirgends unser Auge hinwerfen, ohne Geheimnisse der Natur zu erblicken, unter welchen wir uns selbst das größeste sind. Doch lasset uns jetzt fragen, wie entstehen die Quellen, die sich nach und nach durch den Zufluß anderer Quellen in einen Strom verwandeln, der sich endlich in die See ergießet? Vor diesem glaubten einige, in der Erde wären große Wasserhälter vorhanden, die nach und nach durch die Steinritzen der Erde hervorbrächen. Fragte man sie, warum haben sich denn diese Wasserschätze seit so viel Jahrtausenden nicht ausgeleeret? so antwortete man: Dieses ist ein Geheimniß. In unsern Tagen behaupten viele, auf hohen Gebirgen läge eine Menge Schnee, Moos, Torf und Sand; jener schmelze, und diese zögen die Feuchtigkeiten aus der Luft wie Schwämme an sich, bis sie so überflüßig angefüllet wären, daß sie das Wasser wieder unter sich wegfließen ließen. Man frage noch, wie die Quellen entstehen? Gleichwohl fragen einige noch, wie es zugehe, daß auch da Quellen vorhanden, wo sich weder Schnee noch Torf, noch tägliche Nebel befinden? Diese wenden noch dazu ein, daß die Gipfel der Berge ein viel zu kleines Dach sind, wenn man auch alle in der ganzen Welt zusammen nehmen wolle, alle Millionen Quellen mit demjenigen Wasser zu versorgen, welches sie bey den dürresten Jahrszeiten ausfließen lassen. Wenn

man

man auch hier nicht sagen will: Geheimniß! so wird man zugeben müssen, daß diese Erklärung viel zu seichte sey, die immerwährenden Quellen nahe an den Gipfeln der höchsten Gebirge daraus herzuleiten. Wir wollen zugeben, daß die Auffchwellung und der Ueberfluß der Stromgewässer vom Regen und Schnee herrühre, aber die immerwährenden Quellen auf den höchsten Gebirgen zur heißesten Sommerzeit erfodern eine ganz andere Theorie. Kühn hat in seinen vernünftigen Gedanken von dem Ursprunge der Quellen §. 132. Seite 146. f. wie mich dünkt, die wahre Ursache getroffen. Alles was er anführet, laufet darauf hinaus. In der Erde, behauptet er, wären Höhlen und Gänge, zu welchen die See ihren Zugang habe, und wer wird dieses leugnen können? Aus diesem unterirdischen Gewässern stiegen Dampf und Dunst hinauf in die höhern Höhlen und Gänge, zumal da so viele Feuerröhren unter diesen Wasserhaltern wegstrichen: diese Dämpfe ränneu in den obern Höhlen zusammen, und setzen ihren Vorrath hie und da ab, der endlich durch die Quellen zu Tage flösse. Wer nur irgend Gelegenheit gehabt, unterirdische Grotten zu besuchen, wird keine Schwierigkeiten machen, Satz vor Satz zuzugeben. Wir werden im zweyten Kapitel noch einmal Gelegenheit bekommen, diese Materie zu berühren.

§. 3. Es kann nicht anders seyn, es muß vielen unglaublich vorkommen, wenn ich behaupte: Ein jeder Strom, von Bächen aber ist hier die Rede nicht, sey ein See, deren grösster Theil längst den Ufern hinab unter der Erde verborgen liegt,

bey welcher der offene Fluß weiter nichts ist, als der Kanal des Ab- und Zuflusses.

§. 4. Allerdings bin ich schuldig dieses zu beweisen. Die Erfahrung mag den Anfang machen. Man bestimme durch die Wasserwage die Horizontallinie der längst dem Strome angelegten Brunnen; man wird sie in den meisten Fällen einerley finden, mit der Horizontallinie des vorbeyfließenden Wassers. Man gebe ferner Achtung auf das Steigen und Fallen des Wassers in denselben, und vergleiche solches mit der Abnahme und dem Auswachse des benachbarten Stroms; so wird man ganz natürlich auf die Gedanken geführet werden, daß Flüsse mit Brunnen, die oft halbe Meilen weit von ihren Ufern entfernet liegen, in genauer Gemeinschaft stehen. Jedoch ich kann mich auf eine noch mehr belehrende Begebenheit berufen. Als ich vor einigen Jahren einen Brunnen anzulegen hatte; so quoll mit großem Ungestüm Sand und Wasser hervor, sobald man die Wasserfläche erreichet hatte. Mit Fleiß ließ ich Sand und Wasser acht Stunden lang herausschöpfen, zumal da ich durch starke Absteifungen mich für dem Einsturz der Grube gesichert hatte, um die Ursachen von manchen Dingen, die mir bey dem Wasserbaue vorgekommen waren, desto gewisser zu entdecken: aber mein Brunnen war noch nicht über sechs Zoll tiefer geworden, da er doch, aus dem Anblicke des herausgebrachten Sandes zu urtheilen, wohl sechs Fuß tief seyn müssen. Anstatt dessen nahm ich zwo große Höhlungen hinter den Brettern wahr. Weil ich nun wußte, was ich gern wissen wollte; so ließ ich mit vielem Vergnügen alle Stützen wegnehmen, und so viel von der Grube zufallen, als zufallen wollte,

und

und versicherte Leuten, die doch schon mehrere Brunnen, aber an keinem so gefährlichen Orte, wollten verfertiget haben, daß mein Vorhaben ein so glückliches Ansehen genommen, daß ich nun glaubte; mit zween das Werk zu Stande zu bringen. Ich wünsche nicht die Urtheile zu wissen, die bey dieser Gelegenheit über mich mögen gefället worden seyn. Hierauf erwählte ich zween Männer, die dumm genug waren mir pünktlich zu gehorchen, und arbeitsam genug, etwas auszurichten. Den einen ließ ich beständig Wasser aus einem nahe gelegenen Bächlein zutragen, und in die Grube eingießen; der andere mußte sich in Acht nehmen, daß er mit seinem Sandbohrer nicht mehr Sand hervorbrächte, als jener Wasser hinein goß. Auf solche Art wurde der Brunnen in kurzer Zeit fertig. Meine Schuldigkeit ist es, diese Erzählung von dem Verdacht einer Ausschweifung zu retten. Das Niveau zeigte an, daß das Wasser in dem Strome und Brunnen gleich hoch sey: das gleichmäßige Steigen und Fallen in beyden war ein vollkommener Beweis, daß der über 60 Ruthen weit von dem Strome entfernte Brunnen mit selbigem in Gemeinschaft stünde. Die vergebliche Mühe den Sand auszuschöpfen, gab zu erkennen, daß der unterirdische Strom den Sand ziemlich locker machen müsse, und denselben völlig in seiner Gewalt habe; daß daher einer, der auf den Ufern, oder nahe an denselben etwas zu bauen hat, sehr darauf bedacht seyn müsse, die Befestigung dieses ungewissen Sandes zu bewerkstelligen. Daß diese Sandseen sehr groß seyn müssen, kann daraus abgenommen werden, daß wohl drey Tage hingiengen, ehe das Wasser in dem Brunnen die Höhe des Stroms, erreichte;

eben so langsam gieng es wieder bey dem Fallen her.

§. 5. Bevor wir die Ströme bis zu ihren innersten Grüften begleiten, wollen wir uns mit der Art und Weise bekannt machen, wie sie sich den Zugang zu den unterirdischen Gegenden eröffnen. Es geschiehet solches theils durch die Borsten und Steinklüfte, welche sie unmittelbar berühren, theils mittelbarer Weise, vermittelst des Eindringens in die Sandschichten, welche diese Klüfte bedecken. Eine Sache, von welcher man nicht umständlich genug handeln kann. Es giebt Erdarten, durch welche das Wasser schlechterdings nicht hindurch dringen kann, und diese sind Thon, Kreide und Leimen. Das Wasser löset zwar dergleichen Erdarten auf, verwandelt sie in Morast, und dafern es über dergleichen Bänke wegfließet, so höhlet es dieselben nach und nach aus, und führet den Schlamm mit sich fort, es dringet aber niemals durch ihre Masse durch. Man kann sich daher dieser Erdarten mit Nutzen bedienen, Wasserhälter und Fangdämme zu füttern und auszustampfen. Hingegen mit dem Sande hat es eine ganz andere Bewandniß. Grober Sand läßet das Wasser wie durch ein Sieb hindurch fließen, und der Strom verbreitet sich durch Sandlagen von dieser Art längst unter der Erde fort, so weit sie reichen, als wenn ganz und gar kein Hinderniß vorhanden wäre, so ihn aufhalten könnte. Je feiner aber der Sand ist, desto mehr Schwierigkeiten findet das Wasser durchzudringen, bis endlich die Reihe an den Staubsand kommt. Diesen kann man sich als eine unzählbare Menge von Haarröhrlein vorstellen, aus welchen das Wasser zuvor die in den Zwischenräumlein enthal-

haltene Luft herausjagen muß, ehe es sich hineinziehen kann, wenn es aber eingedrungen, so wird das Wasser durch die anziehende Kraft des Sandes zurück gehalten, daß es nicht weiter fortschleichen kann. Daher gehet es mit der Durchwässerung des feinen Sandes sehr langweilig zu, und wenn das Wasser nicht gar zu hoch über denselben stehet, daß es von seiner Schwere einen starken Nachdruck erhält; so dringet es nur bis zu einer gewissen Tiefe in diesen Sand, wie man an den Bächen wahrnimmt, die auf den Anhöhen dahin rauschen, ohne die niedern Wiesen von unten her zu überschwemmen. Hingegen tiefe Ströme, die mit ihrem schweren Körper die Grundbetten belasten, dringen bis zu einer ungeheuren Tiefe in den Staubsand hinein, der oberwärts wasserflüßig, in der Mitte naß und im Grunde der Sandbank allemal feuchte ist. Würden die unterirdischen Felsen und ihre Grottenschlünde allein mit Sande bedecket seyn; so würden alle Ströme vertrocknen, ehe sie das Weltmeer erreichen. Allein die Weisheit des Schöpfers hat dafür gesorget, indem unter dem Grundsande wieder Thon- und Lehmschichten folgen, welche das weitere Eindringen des Wassers hin und wieder verhindern. Man hat solches besonders am Rheinwahr gefunden, wovon man des gründlich denkenden Herrn Eberenz erste Gründe der Wasserbaukunst nachlesen kann. Seite 46. u. f. w.

Anmerkung. Also hat man sich zu hüten, Brunnen, die viel Wasser geben sollen, in einer feinen Sandbank anzulegen, diese werden nur gar zu bald erschöpfet werden und sehr sparsam zuquillen. In Leimen- und Thonbänken muß man das Brunnengraben gar nicht versuchen, es wäre denn, daß

man durch Erdbohrer vorher die Tiefe einer ſolchen Erdlage erforſchet hätte. Wobey man jedoch alle Behutſamkeit anzuwenden hat, daß die Brunnengräber nicht erſaufen. Denn ſo bald ſie die Thonbank durchgeſchlagen haben und auf eine grobe Sandbank gerathen, kommt oft das Waſſer mit ſolcher Behendigkeit ihnen entgegen geprudelt, daß ſie Mühe haben ihr Leben zu retten.

§. 6. Der ganze innere Erdkörper beſtehet aus einem Felſenklumpen, der durch unzählbare große und kleine Höhlen und Kanäle durchwölbet iſt, und auf deſſen Rücken, oder vielmehr Dache die Erdarten ſchichtweiſe liegen. Fließet nun ein Strom über einer Sandſchicht dahin; ſo wird er die ganze Schicht, die er berühret, durchwäſſern, bedecket aber dieſe Schicht Erdſchlünde; ſo wird er ſo gar bis zu den unterirdiſchen Grotten des Abgrundes gelangen, und dieſelbe, ſo weit es die eingeſperrte Luft zuläſſet, füllen. Wir entdecken ſolches bey den Erdbeben, bey welchen oft ganze Seen eingeſchlurfet und nachmals mit deſto größerer Wuth wieder heraus geſpieen worden.

Ein gleiches hat ſich hier und da auch mit Strömen zugetragen. Man leſe den Anfang des erſten Theils des 1756. heraus gekommenen phyſikaliſchen und ökonomiſchen hamburgiſchen Patrioten; ſo wird man mich der Mühe gern überheben, zu beweiſen, daß Ströme unter der Erde ſo gar unter einander ſelbſt Gemeinſchaft haben, und ein ganz beſondres Syſtem der Schöpfung ausmachen.

§. 7. Die Oberfläche der Erde iſt von der weiſen Güte des allmächtigen Schöpfers mit Strömen, Flüſſen und Bächen reichlich begabet worden. Was für eine Menge aber von unſichtbaren Bächen mögen

gen ungesehen durch die Sandlagen und Felsklüfte nach der See hinfließen. Die Guadiana verbirget sich einige Meilen unter der Erde, und kommt freywillig wieder zum Vorschein. Der Jordan stürzet sich ins todte Meer, ohne einen sichtbaren Ausgang zu haben; was für Flüsse verschlinget das Kaspische Meer, ohne voller zu werden? Dieses Meer müßte Asien längst mit einer Sündfluth überschwemmet haben, besäße es nicht seine unsichtbaren Abzugskanäle. Dem sey nun aber wie ihm wolle, so ist so viel gewiß, daß die Region der sichtbaren und unsichtbaren Flüsse nicht tiefer sich erstrecken könne, als bis auf die Oberfläche des Weltmeers. Die Ströme sind also sämmtlich wie ein Wassergeäder zu betrachten in der Oberfläche der Erdkugel. Unter der Oberfläche des Meeres sind alle Gewässer stillstehende Seen, weil kein niedriger Ort auf der ganzen Erdkugel vorhanden, wo sie durch das Gefälle herausfließen könnten. Folglich hat die Stromregion der Erde ihre Gränze. Zwar Verbindungskanäle, durch welche manche Höhlen hin und wieder Gemeinschaft mit den Tagegewässern haben, mögen in Menge vorhanden seyn, aber keine fortfließende Ströme, deren Kanäle tiefer lägen, als die Oberfläche des allgemeinen Weltmeeres.

§. 8. Weil das Wasser langsamer durch den feinern Sand hindurch dringet, als durch gröbern, die Ströme aber sich nicht lange in ihrer Höhe erhalten; so kann es zuweilen sich zutragen, daß ein Strom sich alsdenn erst hinter den Deichen und Dämmen zeiget, wenn er in seinem Kanale zu fallen den Anfang gemacht hat. Diese Ursache ist aber noch nicht hinreichend, alle Fälle zu erklären. Derjenige, welcher die größten Schwierigkeiten machet,

iſt eigentlich folgender. So lange die Ströme im Steigen begriffen ſind, wird man weder in den benachtbarten tiefern Kellern, noch auf den hinter den Deichen *) befindlichen Wieſen von dem Grundwaſſer beunruhiget werden: ſo bald aber das Stromwaſſer fället, tritt es plötzlich aus dem Grunde hervor, und machet ſich aller Orten ſichtbar, und dieſes um ſo viel plötzlicher und heftiger, je ſtärker das Waſſer vor dem Deiche gefallen. Auf Wieſen, wo Regenwürmer und anderes Erdgeſchmeiß Löcher gegraben haben, ſpringet das Waſſer in unzählbaren Fontainen ſo lange empor, bis alles mit Waſſer bedecket iſt. Man ſollte gerade das Gegentheil vermuthen. Höheres Waſſer, deſſen Druck ungleich ſtärker iſt, läſſet die niedrigen Gegenden unbeſuchet, und fallendes Waſſer, welches ſeinen vorigen Druck verlieret, preſſet ſich durch den Grundboden und bricht mit Macht hervor. Bey Naturbegebenheiten übereilet man ſich gewöhnlicher Weiſe, wenn man die Urſachen erforſchen will, ehe man alle Umſtände erwogen hat. Daher ſah man ſich genöthigt, einige Jahre lang Nachrichten von verſchiedenen Orten her zu ſammlen, und es fand ſich, daß dieſe räthſelhafte Erſcheinung ſich nur daſelbſt zutrage, wo der Grundboden aus feinem Sande beſtehet. Hingegen bey grobem Kiesſande ereignet ſich gerade das Gegentheil, da ſteiget und fällt das Waſſer unter der Erde, ſo wie im offenen Strome. Man hat ſchon vieles gewonnen, wenn man ſagen kann, unter welchen Umſtänden ſich eine Wirkung unfehlbar begebe, alsdenn iſt nur noch übrig, ihren Zuſammenhang mit dieſen Umſtänden herauszubringen. Wo ich

nicht

*) Iſt ein hydrotechniſches Kunſtwort und bedeutet ſo viel als Damm.

nicht gänzlich irre: so stehet dieses Phänomen mit seinen Umständen folgendergestalt in Verbindung. Ist es nicht andem, daß ein wachsender Strom in Belastung seines Strombettes und der Seitenwände beständig zunimmt? Ist es nicht auch wahr, daß dadurch der feine Sand mehr und mehr zusammen gepresset und verdichtet werde, und daß diese Verdichtung das Eindringen des Wassers hindere? Nothwendig. Also sehen wir die Ursache, die einem aufschwellenden Strome widerstehet, daß er sich nicht so gleich der Keller und niedrigern Gesänke hinter den Dämmen bemächtigen kann. Aber wenn der Strom fället; so nimmt nicht nur sein Druck ab, sondern da auch sein Gefälle größer geworden ist; so vermehret sich zugleich seine Geschwindigkeit, sonsten könnte er nicht fallen. Durch beydes wird der eingeweichte Grundsand lockerer, zum Theil fließet er gar mit dem Strome fort. Das Stromgewässer findet nun den Zugang zu den gröbern Sandschichten, die insgemein in der Tiefe liegen, eröffnet, es dringet durch, und weil kein Sand dem von unten heraufquellendenden Wasser widerstehen kann; so ergießen sich die Grundgewässer unaufhaltbar in die Keller und Niederungen. Dieses muß um so viel schneller erfolgen, je größer der Unterschied des Drucks ist bey einem schleunigen Fallen. Verhoffentlich wird diese Erklärung einen jeden nachdenkenden Leser befriedigen. Ich weiß es, daß man diesen Vorfall aus der Lehre vom Diabetes zu erklären gesuchet, aber ich weiß auch, daß der Diabetes eine verschlossene Röhre seyn muß in welcher keine Luft befindlich ist, und daß die Zwischenräume des Sandes aller Orten der äußern Luft den Zugang erlauben. Nein, der Dia-

betes

betes findet hier nicht statt. Die Begebenheiten des Zirknitzer Sees hat Valvasor glücklich aus der Lehre vom Diabete erkläret, aber hier sind keine Felsborsten und unterirdische Grotten, in welche man dort gerades Fusses hineingehen kann. Hier ist nichts wie Sand, und aus den Eigenschaften des Sandes müssen wir diesen Erfolg herleiten.

§. 9. Man kann aus dem, was jetzo angeführet worden, den Ursprung des Grubenwassers in den Bergwerken erklären, welches aus benachbarten Flüssen und oft unterirdischen Seen durch Ritzen und lockere Steinarten in die Schächte hineinschleichet. Man kann ferner daraus die sogenanten Hungerquellen erklären, die, wenn die unterirdischen Kanäle zu voll worden, überfließen, und zu Tage setzen. Man kann aber auch erklären, wie es zugehe, daß des Nachbars tieferer Brunnen, wenn er stark geschöpfet wird, den in der Nähe befindlichen nicht so tiefen Brunnen das Wasser entziehe. Denn es ist eben so viel, als wären alle diese Brunnen durch unendlich viel kleine Röhren mit einander vereiniget, wo allerdings die tiefste Grube die minder tiefen, nicht aber diese jene erschöpfen können.

§. 10. Bisher haben wir uns bloß mit der Stromrinne und was das fortströmende Wasser umschließet, beschäftiget, meine geneigte Leser werden nun auch eine Untersuchung des Stromwassers von mir erwarten. Eine überaus zarte Materie! Das Wasser überhaupt bestehet aus so feinen Theilen, als die Luft selbst. Wenn unter dem Rezipienten der Luftpumpe in allen ihren einzelnen Theilen ausgedehnte, und daher verdünnete Luft, nicht mehr durch die Saftröhren des Buchsbaumholzes dringet; so sind dieselben noch weit genug gewesen,

die

die in diesen Röhren vorher zirkulirenden Säfte durchzulassen. Wenn es aber scheinet, daß das Wasser nicht allemal durch diejenigen Oeffnungen hindurchdringen könne, welche der Luft den Durchgang nicht versagen; so rühret solches theils von der Widersetzlichkeit der in den Zwischenräumchen befindlichen Luft, theils von der anziehenden Kraft der Körper, theils daher, daß die Wassertheilchen nicht ihre Figur und Ausdehnung so verändern können, wie die Luft. Da ich mir aber vorgenommen, keine Theorie des Wassers, sondern der Ströme zu schreiben; so wird man mich entschuldigen, wenn ich hier nicht weiter fortfahre, sondern, indem ich dieses Kapitel der Naturlehre voraussetze, daß ich alsdenn, wenn es der Ort und Umstände erfordern, nur so viel von den Eigenschaften des Wassers mitnehme, als zum Wasserbaue nöthig ist. Jetzt beschäftiget uns eine andere Eigenschaft dieses Elements. Man weiß, wie begierig das Wasser die Salze auflöset, man weiß, wie viele und mancherley Arten von Salzen in allen Erdschichten verborgen liegen, man weiß, wie alles Gewässer von allen Orten her mit allen gemachten Auflösungen sich in die Flüsse versammlet, man weiß auch, daß viele Ströme längst den Ufern hin, zumal wenn bey niedrigem Gewässer alles aus den Sandschichten in dieselbe zurücktritt, das süßeste Wasser eben nicht führen, und daß man mit seinen Röhren oft tief in den Strom hinein gehen muß, um recht süßes Wasser zu allen Zeiten zu haben; man weiß, daß aller Unrath aller Kloacke und Moräste zuletzt sich in die Ströme ergießet; woher kommt nun das süße Stromwasser, welches nach dem Regenwasser das leichteste und reineste ist? Hätte man diese

Wohl-

Wohlthat allein der Sonne oder den Regen und Nebeln zu verdanken; so würden sich zuletzt alle Salzseen in süße Wasse verwandeln müssen. Es entstehen, wie vorhin gesagt worden, die innern Erdquellen aus den in den Grotten zusammenrinnenden Dünsten, und diese sind gewiß süße, wenn nun süßes Wasser auf süßes Wasser in einem ununterbrochenen Zuflusse folget; so wird das eintretende unlautere Wasser einigermaßen dadurch mit versüßet, und durch den Strom fortgeschaffet: aber wenn man bedenket, daß gleichwohl der größte Theil das Stromwasser ein Zusammenfluß unreiner Gewässer sey; so kann diese Ursache nicht alles ausrichten. Die Sonne bereitet durch ihre Strahlen die Salze zum Anschießen zu, und die Winde verbreiten eine Menge Staubes über die Oberfläche der Ströme, es schießet dieser Staub mit den Salzen an, und setzet sich endlich zu Grunde. Hieraus ließen sich zugleich die häufigen Verbindungen und Versteinerungen, die wir auf den Grundbetten der Ströme hie und da antreffen, erklären. Vielleicht aber träget die beständige Bewegung des Wassers selbst das meiste hiezu bey. Durch diese Bewegung säubern sich die Wassertheile, indem sie aller Orten, wo sie das Grundbette oder die übrigen festen Körper berühren, im Vorbeystreichen sich ansetzen. Salze hängen sich an Steine als schwere Körper viel lieber an, als an andere: mancher Sand ist begierig die salzschüssigen Theile an sich zu ziehen, und in Steinmaterie zu verwandeln. Wenn nun Ströme über Salze an sich ziehende Körper unter einer beständigen Bewegung dahin wallen; so ist es begreiflich, daß sie sich selbst von Zeit zu Zeit reinigen und versüßen, zumal, da die übrigen jetzt angeführten Ursachen

nicht

nicht ermangeln werden das Ihrige dazu beyzutragen.

§. 11. Es ist so leicht eben nicht, Naturbegebenheiten bis auf die ersten Ursachen zu verfolgen, und insgemein beschäftigen diejenigen den Fleiß des Naturforschers am meisten, die man darum, weil man sie alle Tage vor Augen hat, für schon ausgemacht hält. Es bleibt indessen immer wahr, daß von denjenigen Fluthen, die in einem Flusse für uns vorüberziehen, nicht der zehende Theil Quellwasser sey, alles übrige ist Zusammenfluß von geschmolzenem Schnee, von Regen und von andern Wasservorräthen, ein Mischmasch aller Gattungen von Auflösungen, aller Sorten von Morast und Unreinigkeiten. Die Reinigung der Ströme ist eine segensvolle Wohlthat der gütigen Vorsehung, ob es uns gleich schwer fällt die Mittel ausfündig zu machen, durch welche die Ströme gereiniget werden. Es ist indessen ungleich leichter die Beschaffenheit des Wassers durch angestellte Proben zu beurtheilen, und diese werde ich so gleich anzeigen. Das Tartaröl, oleum tartari per deliquium, entdecket die mit dem Wasser vermischte Sauersalze, wenn bey dessen Einträuflung eine Milch sich erzeuget, und das Vitriolöl verräth die alkalischen Mischungen. Wem nichts daran gelegen, was für Auflösungen sich im Wasser aufhalten, sondern nur wissen will, ob es zum Kochen und Waschen brauchbar sey, der versuche mit Seife einen Schaum zu erregen. Gerinnet die Seife, schäumet sie nicht, oder doch sehr schwerlich; so wird die Köchinn nur bey manchen Gerichten und die Wäscherinn niemals mit dem Wasser zufrieden seyn.

§. 12. Diese Untersuchung der Beschaffenheit des Wassers gehöret nicht so wesentlich zu unserm Vorhaben, als die Betrachtung des von der Schwere desselben herrührenden Druckes, mit welchem ein Strom seine Grundbette belastet und seitwärts gegen seine Ufer drücket. Die Grundfläche des Stroms muß seiner ganzen Last widerstehen, und die Seitenwände dieses Kanals erdulden seinen Seitendruck nach Verschiedenheit der Tiefe. Nahe an der Oberfläche haben die Ufer beynahe gar nichts von der Schwere des Stroms auszustehen, aber in der Tiefe desto mehr. So unwidersprechlich dieses die Hydrostatik beweiset; so scheinbar leugnet dieses die Erfahrung. Es würde nämlich dem Ansehen nach daraus folgen müssen, daß mehr Kräfte erfodert würden, einen Kubikfuß Sand aus der Tiefe zu gewaltigen, als auf einer seichten Stelle oder am Ufer, da doch der Sand auf dem Grunde so beweglich ist, als auf seichten Stellen. Man bedenke aber, daß unter dem Sande auch Wasser sey, welches dem überstehenden das Gleichgewicht hält. Wenn nun Sand im Wasser noch dazu die Hälfte von seiner Schwere verlieret, wie künftig gezeiget werden soll; so wird nichts beweglicher seyn, als der Grundsand der Flüsse. Also fängt nur diejenige Erdfläche an vom Strome belastet und gedrucket zu werden, wo der Strom aufhöret in das Erdreich zu dringen. Man könnte sich demnach einen Strom wie eine ungeheure, schwere Schlange vorstellen, deren Schwanz von der Quelle angehet und deren Haupt sich mit der Einmündung in die See, oder in einen andern Strom endet. Läge diese Schlange stille; so würde sie bloß drucken: bewegte sie sich; so würde sie ihr Lager gleichsam aushöh-

len

len, pletten und alles mit sich fortziehen, was nur ihrer Bewegung ausweichen könnte. Der Sand aber kann ausweichen, mithin rollet er mit dem Strome fort und es entstehet ein Kanal. Auf diese Art graben sich die Ströme selbst ihren Kanal.

§. 13. Dieser Kanal würde nach einer sehr gleichförmigen und symmetrischen Progression der Breite und Tiefe sich erweitern, wenn man dabey auf weiter nichts zu sehen hätte, als auf den von Ort zu Ort durch eintretende Bäche und Flüsse vermehrten Zufluß. Die Wassertheile lassen sich trennen und das Erdreich ist von ungleicher Dichtigkeit und Schwere. Hieraus entstehet noch eine andere Eigenschaft der Ströme, nämlich eine sehr ungleiche Bewegung des Wassers. Ihre Fluth wälzet sich sehr veränderlich fort. Bald fließet sie am schnellesten in der Mitte, bald an den Ufern. Da, wo sich das Wasser am schnellesten beweget, da besitzet der Srom seine größte Macht, der alles ausweichen muß, was ausweichen kann. Von Sande und Schlamme bleibet nichts ruhig, als was seiner Bewegung nicht im Wege stehet, und man arbeitet vergeblich ein Ufer gegen seine Einrisse zu schützen, wofern man nicht der Strombahn eine solche Richtung giebet, die ihm vom Ufer abweiset.

§. 14. Zum Beschlusse dieses Kapitels finde ich für nöthig, von der verhältnißmäßigen Schwere des Wassers zu handeln, und wie wünschte ich, daß ich wenigstens diesesmal der Erwartung des geneigten Lesers ein Genüge leisten möchte. So leicht es ist, die Schwere dieses Elements bey einem jedesmaligen Versuche zu erforschen; so schwer ist es aus der Wahrnehmung ein allgemeines Gesetz zu machen, wornach man sicher kalkuliren könnte. Ich werde

erstlich den Versuch beschreiben. Lasset vom Metall, ich rathe zum Messinge, weil es sich am genauesten formen lässet, einen Kubikzoll verfertigen, hänget denselben mit einem Haar an eine wohl abgerichtete Probirwage und bringet ihn ins Gleichgewicht. Hierauf schiebet ein mit demjenigen Wasser, dessen Schwere man ausfündig machen will, angefülltes Gefäß unter den Arm der Wage, an welchem der Würfel hänget, und lasset ihn eintauchen. Ihr werdet bemerken, daß der Kubus im Wasser von seiner Schwere verlohren zu haben scheine. Nehmet daher aus der Gewichtschale so viel Gewichte heraus, bis der eingetauchte Körper wieder ins Gleichgewicht versetzet worden. Da nun der Würfel nach der Theorie der Hydrostatik nicht mehr von seiner Schwere verlieren kann, als der Wasserkörper, dessen Platz er eingenommen, wog; so ist offenbar, daß das zurückgenommene Gewicht die Schwere eines gleich großen Wasserwürfels anzeige.

§. 15. So untrüglich und so leicht dieser Versuch ist, so wird man gleichwohl eines großen Unterschiedes gewahr, wenn man diejenigen Schriftsteller nachschläget, welche die Verhältnißschwere des Wassers bestimmen. Man hat sich hierüber gar nicht zu wundern. Denn nicht alles Wasser besitzet eine gleiche eigenthümliche Schwere. Regenwasser, Brunnenwasser, Meerwasser, Flußwasser sind zu sehr in ihren Mischungen von einander unterschieden, und so verschieden diese Mischungen sind, so mannigfaltig ist auch die Schwere. Was noch mehr, nicht nur die Mischung, sondern so gar Kälte und Wärme ertheilen dem Wasser eine verschiedene Schwere. Im Winter hat die Kälte die Wassertheilchen enger zusammengezogen, und daher ist ein Kubikfuß Wasser

im

im Winter schwerer, als im Sommer. Was das allerverdrießlichste ist, so führet ein und eben derselbe Strom nicht einmal zu allen Zeiten gleich schweres Wasser. Indessen würde dieses nicht hindern, eine gewisse mittlere Schwere ausfindig zu machen, nach welcher man sich in seiner Rechnung richten könnte. Hier aber entstehet von der Verschiedenheit des Gewichts eine neue Unordnung, und diese ist von einem noch größern Umfange, so daß man fast verzweifeln sollte, daß man jemals hierinnen zum Zweck gelangen werde. Ehe wir uns an diese verworrene Materie machen, so werden wir uns umsehen, ob nicht ein übereinstimmiges Gewicht vorhanden, das aller Orten im Gange ist. Dieses sind die Grane. Wohlan! so wollen wir uns derselben bedienen, die Ungleichheiten des Gewichts zu berichtigen. Die Königl. Preußische Akademie zu Berlin hat folgende Verhältnisse der Pfunde ausfündig gemacht.

Ein Pfund zu	hält Gran	Ein Pfund zu	hält Gran
Amsterdam	8087	Gotha	8307
Archangel	6690	Hamburg	7962
Augspurg. gr.	8070	Kadix	7543
klein Gew.	7759	Kölln	7663
Berlin	7680	Konstantinopel	20865
Bourdeaux	8067	Koppenhagen	7599
Braunschweig	7663	Leipzig	7663
Bremen	8082	London	7418
Breslau	6652	Lübeck	7932
Brüssel	7693	Lukka	5491
Danzig	7147	Lüneburg	7982
Florenz	5582	Lyon	6870
Frankfurt am Mayn	7666	Livorno	5593
Genf	9055	Lissabon	7537
Genua	5197	Magdeburg	7678
		Memmingen	8404

Ein Pfund zu	hält Gran	Ein Pfund zu	hält Gran
München	9205	Schafhausen	7543
Neapolis	6968	Straßburg	7738
Nürnberg	8366	Ulm	7693
Paris	8047	Venedig gr.	7828
Petersburg	6708	klein Gew.	4949
Prag	8431	Warschau	5204
Regensburg	9205	Wien	9206
Riga	6863	Zittau	7678
Rom	5569	Zürich	8674

Nun ist die Frage, wie viel wäget ein Pariser Kubikfuß Wasser? Antwort: Nach Pariser Gewichte 70 und nach Berliner 72 ℔. Da nun der rheinländische Fuß sich zum Pariser verhält wie 1391 : 1440 und zwar im Längenmaaße: so kann man zur Schwere des rheinländischen Kubikfußes 64 Berliner Pfund 26 Loth 2½ Quentlein ansetzen *) Als welches auch mit meinen Versuchen bis auf einige Kleinigkeiten, die von der Veränderlichkeit der eigenthümlichen Schwere des Wassers herrühren, jederzeit zugetroffen. Man wird indessen weder bey Wasserkünsten, noch bey Anlegung anderer Werke, wobey man auf die Schwere des Wassers zu sehen hat, in der Rechnung bey dieser Voraussetzung einen merklichen Fehler begehen, wenn man den rheinländischen Kubikfuß zu 65 ℔ annehmen wird.

Anmerkung. Die Grane sind manchmal nur so obenhin von dem Künstler abgeglichen worden, daher werde ich zu zeigen haben, wie auch diese geprüfet werden können. Das teutsche Apothekerpfund (welches 5760 Apothekergran zählet, wenn

*) Die Schwere des Wiener Kubikfußes Regenwasser ist 56½ Pfund Wiener Gewicht; Flußwasser aber welches hier durchaus zum Grunde liegt, wiegt 57. Wiener Pfunde.

wenn das Apothekerpfund aus 12 Unzen bestehet, würde mit 6397 obgemeldeter Grane das Gleichgewicht halten. Folglich ist ein Gran im Apothekergewichte schwerer, und zwar um $\frac{6}{5}\frac{3}{7}\frac{9}{8}\frac{7}{0}$ als Berliner Grane, das ist, 9 Gran teutsches Apothekergewicht geben 10 Gran von solchen, davon das berlinische ℔ 7680 enthält mit einem kleinen Ausschlage auf der Probirwage. *)

Das zweyte Kapitel.

Von dem Steigen und Fallen der Ströme.

§. 16.

Nichts ist leichter zu sagen, als der Strom steige, so bald mehr Wasser zufließt, als ablaufen kann: er erhalte sich in seiner Größe, so lange ein gleich großer Zu- und Abfluß statt findet; er nehme aber ab, so bald seine Ausgabe größer ist, als seine Einnahme. Ein aufmerksamer Beobachter der Flüsse aber wird noch ganz was besonders bey diesen Begebenheiten entdecken, zumal wenn er durch Briefwechsel im Stande ist, den Strom an mehreren Orten zugleich zu beobachten. Er wird

*) Die Verhältniße der fürnehmsten Maaße sind folgende

Paris	—	1440
Wien	—	$1401\frac{1}{4}$
Rheinländs.	—	$1391\frac{1}{5}$
Londen	—	$1351\frac{1}{5}$
Augspurg	—	1313

vollkommen genau aber verhält sich das Pariser Maaß zum Wiener wie 102764 zu 100000,

entdecken, daß oberwärts des Stroms manche starke Ergießungen bey Platzregen, mäßigen Wolkenbrüchen, Durchbruch eines Teiches u. s. f. vorgegangen, die in einer Entfernung von 20 bis 30 Meilen das Wasser kaum einen Zoll hoch steigend gemacht. Er wird wahrnehmen, daß die Fluthen viel langsamer fortschreiten, als die Geschwindigkeit des Stroms es mit sich bringen sollte. Einst schrieb mir ein Freund aus Dresden, „ wir haben eine heftige Fluth gehabt. „ Acht Tage hernach las ich solches in den Zeitungen, und vierzehn Tage hernach fieng die Elbe bey Magdeburg erst an zu wachsen.

§. 17. Hier kann ich den Anfang machen, den Nutzen des vorhergehenden Kapitels zu zeigen. Denn, wenn Fluthen nicht durchaus sich erstrecken; so ist es ein Zeichen, daß ihr Wasser nicht hinreichend gewesen, alle unterirdischen Seen des Stroms zu erhöhen; sie sind von diesen im Vorbeyzuge verschlungen worden. Daß aber eine Fluth sich so langsam fortbeweget, ist lediglich eben diesen Seen zuzuschreiben. Je tiefer also das Wasser vorher gefallen, und je mehr daher diese in dem Sande verborgene Wasserbehälter ausgetrocknet sind, desto langsamer muß sich der Ueberfluß des Gewässers fortbewegen. Daher wäre es sehr gut, wenn diejenigen, denen daran gelegen, eine Stromkorrespondenz unterhielten; sie würden nicht nur manche vorläufige Gegenverfassung veranstalten können in Ansehung der Wasserwerke; sondern auch oftmals Heu, Grummet, Holzhaufen u. s. w. vor Ankunft der Ueberschwemmung in Sicherheit zu bringen, im Stande seyn.

§. 18.

§. 18. Wenn die Breite und Tiefe, oder nur eines von beyden in dem Stromkanale beständig zunähmen, je mehrere Nebenflüsse und Bäche sich hinein ergössen; so würde es mit den Ueberschwemmungen nicht viel zu sagen haben; aber da giebt es Stromengen die Menge, die man wohl noch dazu befestiget, oder wohl gar um Baukosten zu ersparen, durch Brückenpfeiler noch enger macht, und diese sind Hauptursachen großer und dem ganzen Lande verderblicher Fluthen. Diejenigen, welche den Vortheil des Landes dem Vortheile einer Baukasse vorziehen, werden niemals den Satz billigen: man müsse Brücken bey den engsten Ufern anlegen: zu geschweigen der großen Gefahr, die den Brücken selbst dadurch zuwächst, und der mehrern Unkosten, die die Pfeiler erfodern, welche sich der ganzen Stärke eines eingeschlossenen Stroms widersetzen müssen.

§. 19. Daß ein noch einmal so hoch aufgeschwollenes Wasser, auch noch einmal so stark gegen die Ufer drücken müsse, und ihnen schädlich sey, versteht sich von selbst. Es erwachsen aber aus dem Anlaufe des Gewässers noch ganz andere Unglücksfälle, die durch keine Dämme gehoben werden können. Nämlich der Strom unter der Erde bricht auch hinter den Dämmen aus dem Grunde hervor; führet eine schädliche Mischung korrosivischer Salze mit sich; diese setzen sich in den Gräsereyen an; hin und wieder bleiben faulende Pfützen nachmals stehen; diese verursachen denn, daß das arme Vieh sich von solcher Weyde satt und krank zugleich frißt.

§. 20. Wozu helfen denn die kostbaren Dämme? zu weiter nichts, als daß sie eine ungestümme Fluthe eine Zeitlang abhalten, oder doch wenig-

stens, nicht ganze Dorfschaften mit sich fortreissen lassen. Großer Vortheil! nur Schade, daß man noch einen größern nöthig hat. Wie soll man es aber anfangen die schädlichen Ausbrüche des Wassers aus der Erde zu verhüten? Vergeblich habe ich mich auf meinen Reisen nach solchen Anstalten umgesehen, welche diesen Gewaltthätigkeiten der Ströme Einhalt thun könnten. Ich sage es noch einmal, ein Damm kann eben so wenig diesen nöthigen Schutz leisten; so wenig eine Festung die feindlichen Streifereyen auf dem Lande verhütet. Beynahe hätte ich alle Hoffnuug fahren lassen, jemals auf taugliche Hilfsmittel zu kommen, wenn mir nicht die alten Aegypter eingefallen wären. Dieses Volk mochte wohl einen ziemlich langwierigen Krieg mit seinem Nil geführet haben, ehe es an diesem drohenden Feinde seinen größten Wohlthäter verehren konnte. Aber wie fiengen sie es an? Sie zogen Graben mitten durch die Maschländer; mit dieser ausgeworfenen Erde erhöheten sie diejenigen Oerter, welche vorher nur sumpfichte Lacken waren, sie legten Dämme mit großen Schützen an, diese eröffneten sie noch eher, als das Wasser von unten auf hervorkam; sie nahmen wahr, daß sie den größten Vortheil von einer freywilligen Aufnahme des sichtbar fließenden Wassers genossen, da sie sonst von dem unsichtbaren Nil nichts als Landesverwüstungen würden zu gewarten gehabt haben. Warum ahmen wir ihnen nicht nach? warum haben wir unsere Nachkommen nicht so lieb, daß wir zu solchen Zeiten, wenn der Landmann, aus Mangel der gewöhnlichen Feldarbeit, hinter dem Ofen krank wird, nach und nach die Sumpflöcher ausfüllen und die Ufer erhöhen? Wir fürchten uns für

Ar-

Arbeit von einigen Jahren, die doch ihren Nutzen auf einige Jahrhunderte fortpflanzen würde. So schlimm haben wir es noch lange nicht, als die Aegypter, die erst einen Berg erschaffen musten, ehe sie ein Dorf anlegen konnten. Doch genug hievon.

§. 21. So gefährlich und drohend ein mit vollem Wasser die Ufer angreifender Strom anzusehen ist; so heimlich schädlich wird er, wenn er sich jählings wieder zurückzieht. Ganze Felder, welche an die Ufer angränzen, sind noch mit Wasser angefüllet, dieses dringt von allen Seiten her in den Strom zurück, und heißt ganze Lagen Sand mit sich fortgehen; die Ufer werden unterhöhlet und stürzen ein; selbst die Oberfläche der benachbarten Gegenden senket sich nach und nach, weil ihr der Grund allmählig entzogen wird.

§. 22. Man sehe nur an, was seit der Zeit von acht Jahren für Sandhäger in der Elbe bey Magdeburg entstanden; man vergleiche diese Inseln mit dem, was an den Ufern hin und wieder eingerissen worden; so wird man entweder glauben müssen, die Elbe könne Sand erschaffen, oder behaupten, das solcher von einer heimlichen Entwendung herrühre, welche der Elbstrom unter den Ufern verübet. Bey Randau fließt die sogenannte alte Elbe vorbey, und diese ist nunmehr kaum halb so tief, als sie vor sieben Jahren war. Das Strombette wird immer höher, die Ufer immer niedriger, und die Ueberschwemmungen immer häufiger. Als ich im Herbste 1751 längst den Ufern der Elbe hinfuhr, um zu untersuchen, woher es komme, daß bey seichten Gewässer an den Ufern mehr salziges Brunnen- als süßes Flußwasser fortschleiche; so

waren nicht etwa hin und wieder Löcher, sondern große breite Spaltungen anzutreffen, aus welchen Crocus Martis in Menge hervorquoll; bald schmeckte das Wasser bitter, bald sauer, bald salzig; die Lust zu kosten vergieng mir gar, als ich an einen Ort kam, und von einem einzigen Schlucke des herausfliessenden Wassers die heftigsten Bewegungen im Leibe auf der Stelle empfand, die eine solche Wirkung nach sich zogen, gegen welche gar nicht der Pyrmonter Brunnen zu vergleichen. Man sieht hieraus daß eine Buhne oder Packwerk zu bauen, eine Futtermauer aufzuführen, hin und wieder Pfähle einzuschlagen, Landesbefestigungen anzulegen, u. s. w. nicht eher verdienen wahre Befestigungen der Ufer genennet zu werde, bis sie so eingerichtet sind, daß sie zugleich den unter den Ufern hervorquellenden Sand zurück halten; widrigen Falls müssen sie nothwendig zuletzt selbst eine Beute des Stroms werden.

§. 23. Bey allen diesen Unternehmungen kömmt den Strömen vortreflich zu Hilfe, das hydrostatische Gesetz, nach welchem alle schwere Körper, so bald sie in einen flüßigen eingetaucht werden, so viel von ihrer Schwere verlieren, als das Fluidum wiegt, welches in ihrem körperlichen Raume Platz haben könnte. Z. E. Ein rheinländischer Duodezimal = Kubikfuß Stein wird im Wasser 65 Pfund verlieren. Das Holz ist gar leichter als das Wasser, so lange nämlich das Wasser nicht alle Zwischenräume und Röhren desselben durchgedrungen hat. Weil nun Steine und Sand im Wasser um den dritten Theil, oft gar um die Hälfte, leichter werden; so ist es kein Wunder, wenn auch ein mäßiger Schuß des Stroms grosse

se Steine fortwälzet, Ufer einreißt, Inseln aufwirfet, wieder wegführet, das Strombette bald tiefer, bald seichter macht, und beynahe hätte ich gesagt, einen Zeitvertreib mit unserm Schaden anstellt. So groß und wirksam sind diese, denen meisten unsichtbare Kräfte eines Elements.

Anmerkung. Man muß sich nicht vorstellen, daß ein in Wasser eingetauchter Körper wirklich von seiner Schwere etwas verliere; sondern er wäget im Wasser nur so viel weniger, als die Schwere desjenigen Wassers beträget, dessen Raum er nimmt. Wenn man also einen Kubikfuß Stein außer dem Wasser ins Gleichgewicht bringet, nachmals ins Wasser eintauchet und nachsiehet, wie viel man Gewichte zurücknehmen muß, ehe er im Wasser des Gleichgewicht wieder herstellet; so hat man gefunden, wie schwer ein Kubikfuß Wasser sey. Auf eben diese Art kann man finden, wie viel Sand oder eine jede andere Erdart im Wasser von ihrer Schwere vermisse. So bald man aber einen Körper über dem Wasser hervorgezogen hat: so bekommt er seine vorige Schwere wieder, und man muß daher seine Maßregeln dergestalt nehmen, daß man ihn nochmals mit seiner vollen Schwere heraus ziehen kann, wo nicht, so wird er wieder zurück fallen, oder doch wenigstens nicht heraus geschafft werden.

§. 24. Das Aufschwellen der Ströme kann demnach aus folgenden Ursachen herrühren: 1) Wenn große Platzregen und so genannte Wolkenbrüche in Gebirgen fallen. 2) Wenn der Schnee zu schnell schmelzet. 3) Wenn bey nassen Jahren wie 1770 und 1771 die Oberfläche der Erde dergestalt durchnässet ist, daß sie nichts vom Regen verschlingen

kann,

kann, der sich zuletzt ganz in die Flüsse ergießet. 4) Wenn die Winde sich dem Laufe eines Stromes widersetzen und das Wasser aufhalten. 5) Wenn die See bey der Mündung durch Stürme in die Höhe getrieben wird, da denn der Strom wenigstens auf viele Meilen weit sein Gefäll verlieret. Dieses aber sind Fälle, die Niemanden zur Verantwortung fallen. Aber wenn man bey dürren Jahren getrost in den Strom hinein bauet, wohl ganze Stromarme abschneidet, ohne darauf zu denken, wie man sie bey nassen Jahren wieder eröffnen könne: wenn man die gar zu grossen Stromkrümmen nicht durchsticht, sondern den Strom serpentiren läßt: wenn man die Deichweiten bey der Bewallung der Ufer zu enge nimmt, daß der aufgeschwollene Strom für sein angehäuftes Gewässer nicht Raum findet; wenn man Ueberfälle bauet, ohne Schützen anzulegen, die wilden Fluthen unterwärts wieder abzulassen: wenn man dem Müller erlaubet die Fachbäume zu erhöhen, oder mehr Mühlen anzulegen, als das Gefäll ertragen kann: wenn man zu wenig Freyschützen anordnet, und dieselben nicht früh genug ziehet: wenn man dem Strome erlaubet, seine Ufer über alle Maaße zu erweitern, darüber er denn seinen Kanal mit Inseln und Sandhägern verstopfet: wenn man nur auf lauter Anhägerungen bedacht ist, ohne sich umzusehen, wo der Strom endlich bleiben solle: wenn man rechts und links Bühnen bauet, und die Stromnachbaren sich durch dieses Mittel ordentlich befehden: wenn man bey kleinen Flüssen die eingesunkenen Bäume und andern Unrath nicht herausziehet: wenn man das Schilf sorglos in den Kanal hinein wachsen lässet: ich sage, wenn man dieses alles, oder nur eines oder das andere begehet, wer

ist

ist denn daran Schuld, wenn die Ströme aufschwellen, die Teiche durchbrechen, die Wiesen überschwemmen, die Aecker verderben und versanden? Die Mühlen sind unentbehrlich, noch nöthiger ist die Schifffahrt, aber am allernothwendigsten der Wiesen- und Ackerbau. Dieses alles muß man vorher wohl bedenken, ehe man sich, um einen oder andern Vortheile zu verschaffen, an der Strombahn vergreifet.

§. 25. Ströme sind nicht die besten Nachbarn, das gemeine Wesen geniesset insgemein mehr Vortheile von ihnen, als ihr Guthsherr. Gleich eigensinnigen Freunden, sind sie nur so lange dienstfertig, als man ihnen höflich begegnet: tritt man ihrer Strombahn nur einiger maaßen zu nahe, so können sie in der Rache nicht leicht ein Ende finden. Indessen sind diese Geschöpfe lange so nnbändig nicht, daß man sich nicht durch Klugheit und Arbeitsamkeit ihrer dann und wann bemächtigen sollte. Wie wir die Strombahnen in ihren Richtungen ändern können, davon wird bald gehandelt werden, aber sich des Aufschwellens und Fallens der Ströme dergestalt zu bemächtigen, daß sie uns weder unnütz noch schädlich werden, dieses ist eine Sache, an deren Ausführung man bey nahe zweifeln wird. Demohngeachtet sind Mittel vorhanden, wenigstens zuweilen, seinen Endzweck zu erreichen. Hin und wieder führet ein Strom so seichtes Gewässer, daß man Mühe hat selbigen so hoch aufzuschwellen, daß er schiffbar bleibe und Wasserräder treibe; zuweilen aber rauschet seine aufgeschwollene Fluth so unaufhaltbar dahin, daß er wie ein wütender Feind alles verwüstet und verheeret, was ihm begegnet, und hier ist der

Fall,

Fall, wo man darauf zu denken hat, wie man seinem Grimme Einhalt thun möge.

§. 26. Ehe man sich mit den Mitteln bekannt macht, Ströme zu erniedrigen, wird es nöthig seyn, diejenigen Maaßregeln zu prüfen, deren man sich bedienet die Flüsse zum Anschwellen zu nöthigen. Man kann in diesem Geschäfte nicht glücklicher verfahren, als wenn man die Ursachen verkundschaftet, die gewöhnlicher Weise einen ihm selbst gelassenen Strom zum Aufschwellen bewegen. Es ist §. 16. der allgemeine Satz angeführet, daß ein Strom anschwelle, wenn mehr Wasser zufließet, als ablaufen kann. Diese Veränderung des Zu- und Abflusses erfolget entweder von oben herab, wenn Schnee und Regenfluthen in denselben hineinstürzen, oder von unten herauf, wenn Sturmwinde die Fluth des Meeres in die Mündungen, da die Ufer oberwärts niedriger sind, hineinjagen oder der Strom hohe und enge Ufer passiren muß. Also sind ein neuer Zufluß und ein aufgehaltener Abfluß die beyden Ursachen, welche die Flüsse in die Höhe treiben. Wohlan, so leite man benachbarte Flüsse, Bäche, Seen und Quellen in denjenigen Kanal hinein, der höheres Wasser führen soll, oder sind dergleichen nicht vorhanden; so schneide man die Nebenkanäle ab, damit das Wasser in einem Kanale beysammen bleibe: oder sind diese auch nicht vorhanden, so schmälere man die Ufer; findet dieser Vorschlag zu viel Hindernisse; so erhöhe man das Grundbette durch Fachbäume bey kleinen, und mit Faschinendurchschlägen bey großen Flüssen.

1. Anmerk. Das letzte Mittel ist das schlechteste. Denn allemal entstehet aus der Erhöhung des Grundbettes ein Wasserfall, wodurch die Schiff-

fahrt

fahrt beinträchtiget wird. Hingegen den Wasserrädern kommt diese Unternehmung sehr zu statten.

2. Anmerk. Wo man im Besitz hoher und fester Ufer ist, die keine Ueberschwemmung erlauben, da kann man ohne Bedenken auf die Erhöhung des Gewässers los arbeiten. Alle Mittel, deren man sich bedienet das Wasser aufzuhalten, müssen so vorsichtig angebracht werden, daß man bey drohenden Ueberschwemmungen dieselbe wieder aus dem Wege räumen könne.

3 Anmerk. Es ist die Abschneidung der Stromarme mit zu diesen Mitteln gezählet worden. Mancher wird auf die Gedanken kommen, nichts sey leichter als dieses. Bauet ein Wehr oder Krippe, oder sonst eine Faschinage vor, hütet euch, daß dieses Werk weder seitwärts noch unterwärts unterspühlet werde; so ist geschehen, was man verlangte. Was verlangte man denn? Daß der Arm offen bleiben und nie wieder in Wiese verwandelt werde? oder daß er sich nach geschehener Verdämmung zulegen und begrünen solle? Wird das erstere verlanget; so hat man wohlgethan. Denn da der Sand vor dem Durchschlage stehen bleibet, und nicht durch das von unten herauf tretende Stauwasser stromauf geführet werden kann; so wird ein solcher Arm immer offen bleiben, und man kann sich dieses Mittels bedienen; wenn man Ueberschwemmungen zu befürchten hat, um durch Schützen das Wasser in den verlassenen Kanal wieder hinein zu führen und anders wohin zu leiten. Dafern man aber Land gewinnen will: so muß der Stromarm allererst bey dem Ausflusse abgeschnitten werden, und dies-

ses noch dazu nicht auf einaml, damit sich das Grundbett durch den eingeführten Sand nach und nach erhöhe.

§. 27. Hingegen ist der Fluß an sich wasserreich und mehr geneigt zum Austreten, als zum Verseigen: so handelt derjenige unverantwortlich, der eine Stromaufschwellung veranlasset, die er zur Zeit der Noth nicht wieder vernichten kann. Auf solchen Fall müssen durchaus keine Durchschläge oder Abstechung der Arme, oder Schmälerungen der Strombahn erlaubet werden, woferrn man nicht so viel Schützen anleget, als hinreichend sind die Fluth abzuführen. Man siehet übrigens ohne mein Erinnern, daß alle Erweiterung der Strommengen und Anlegungen neuer Kanäle die Ströme schwächen.

Anmerkung. Hierzu könnte man sich mit grossem Nutzen derjenigen Kanäle bedienen, welche Ströme mit einander vereinigen. Die Schleusen sind kein wahres Hinderniß, diesen Endzweck zu erhalten: sintenmal man beyde Schleusenthore bey hoher Fluth eröffnen kann, wenn man die Fallbäume versetzet und selbige nachmals, wenn die Thore eröffnet worden, Stück vor Stück wieder herausziehet, welche den freylich so einzurichten sind, daß diese Arbeit mit ihnen vorgenommen werden könne. Dieses ist zugleich ein Mittel die Schleusen ohne Unkosten zu baggern und den ganzen Kanal durch eine schnelle Fluth zu reinigen und zu vertiefen. Einst eröffnete eine von unten herauf tretende Fluth auf diese Art die Magdeburgische Schleuse, und Herr Fabini, der damalige Schleusen-Inspektor, hat mir versichert, daß die Schleuse nebst

ih-

ihrem Kanale niemals so rein gefeget worden, als damals in einer einzigen Nacht.

§. 28. Um alles zu sagen, was bey diesem Kapitel gesaget werden muß; so rühret das schädliche Steigen der Ströme auch zuweilen von einer unglücklichen Einmündung der Nebenflüsse her. Einige Nebenströme (z. E. die Havel, wenn sie sich in die Elbe einmünden soll) laufen erst wieder auf eine geraume Weite beynahe zurücke, und stürzen sich in den Hauptstrom zu weit oberwärts ein. Wird man dergleichen Eintritt weiter herunter besorgen; so wird das Gefäll vermehret, mithin der Strom, weil er einen schnellen Zug bekommt, erniedriget und zu Ueberschwemmungen unfähiger. Denn so bald man einem Strome einen schnellern Abzug verschaffen kann; so sind alle übrige Gegenveranstaltungen überflüßig.

§. 29. Das Weltmeer hat auch einen merklichen Antheil an dem Steigen und Fallen der Flüsse und Ströme. Denn eräugnet sich Ebbe, so wird der Strom bey dem Ausflusse beschleuniget: tritt die Fluth heran, so wird sein Lauf gehemmet. Nothwendig erstreckt sich diese Wirkung auf eine beträchtliche Weite längst dem Strom hinauf, obgleich der Unterschied von Ort zu Ort unmerklicher wird. Denn setzet, während der Ebbe flößen hunderttausend Kubikfuß bey der Mündung mehr heraus, als bey der Fluth; so wird dadurch nach und nach das ganze Gefälle geändert und vermehret, welches bey der Fluth wieder verringert wird. Es ist dieses eben der Fall, der sich zuträgt, wenn eine Kolonne Soldaten geschlossen marschirt, deren Vortrupp bald schnell bald langsam fortschreitet. Eilet der Vor-

trupp, so dehnt sich die Kolonne nach und nach aus, bis die Reihe zu laufen an das letzte Glied kommt. Wenn aber der Vortrupp, ehe dieses geschiehet, wieder langsamer wandert; so sieht man in der Kolonne eine Lücke, in welcher allemal die Soldaten laufen, und diese Lücke beweget sich vom Anfange der Kolonne bis zu ihrem Schlusse beständig fort. Wenn nun so gar ein Sturmwind die See gegen den Strom auftreibet, dergestalt, daß Fluth auf Fluth ohne Ebbe erfolget: so kann man das Räthsel erklären, wie Ströme zuweilen aufschwellen, ohne die geringste Veranlassung im festen Lande dazu zu finden. Man lese das zweyte Kapitel aus Humrichs practischen Anleitung zum Deich-Siel- und Schlängenbau, 1 Theil. Ein zum Wasserbaue besonders an der See unentbehrliches Werk. Obgleich der Herr Justizrath diese Folge nicht mit angeführt hat; so fließet sie doch aus seinen Nachrichten. Indessen ist dieses ein neuer Grund, zu beweisen, daß die Bewegung der Ströme die größeste Aehnlichkeit habe mit der Bewegung einer Schlange. Denn wie ihre Muskeln sich nach und nach zusammen ziehen, und dann wieder ausdehnen: so wallet auch der Strom durch absetzende Züge zum Meer fort.

§. 30. Wenn die Ströme steigen, so verfliesset mehr oder weniger Zeit, ehe sie in tieferen Gräben oder Gründen hervor brechen, je nachdem der Sand dichte oder locker ist, durch welchen das Wasser hindurch seigert. Hingegen wenn sie fallen, so verfließet eine ungleich längere Zeit, ehe die Grundwasser sich verlaufen. Wahr ist es, daß der Druck des höhern Grund-

wassers

wassers ein Bett zusammen presset, und durch den auf den Boden sich niedersetzenden Schlamm die Zwischenräume des Sandes merklich verkleinert und verschließet, daher das Wasser durch kleinere Oefnungen zurücke schleichen muß, als es angekommen. Aber es ist noch mehr wahr, daß die Unterwässerungen einen viel größern Umfang haben, als der Strom selbst, mithin, da das Wasser durchaus zugleich fallen muß, ehe es einen Keller oder Grube verläßt; so wird dadurch der Verzug des durchgeseigerten Wassers verspätet. Diejenigen, welche ihre Keller auspumpen, sind zu bedauern: sie erhalten ihren Endzweck nicht nur nicht, indem das in der Nähe noch hoch genug stehende Grundwasser dieselben gar bald wieder anfüllet; sondern sie verursachen noch darzu eine Unterspühlung der Grundmauer ihres Gebäudes, welches sich hie und da senket und Risse bekommt. Ganz anders verhält sich die Sache bey weitläuftigen Ländereyen und Grundstücken, wo man durch Abzugskanäle, die man nach Belieben eröfnen oder verschliessen kann, dem Grundwasser den Weg zum Abzuge eröfnet.

§. 31. Sollte die Ausdämpfung des Wassers nicht auch zu den Ursachen des Fallens der Ströme zu zählen seyn? Ich habe aus vielen Ursachen die Untersuchung dieser Sache bis hieher versparen wollen, ob sie gleich dem Strombaumeister wenig zu statten kommen wird. Dieser wird nicht gefraget, ob das Wasser sich durch Ausdämpfung verliere, sondern was für er Mittel wisse, einen gewaltsamen Abfluß der Ueberschwemmung zu veranlassen. Fast alle Naturforscher haben sich mit Bestimmung der Quantität der Aus-

dünstung in einer bestimmten Zeit beschäftiget, unter welchen Halley vorzüglich zu nennnen ist. Es ist aber artig, daß man diese Materie so vorgetragen, daß sie uns in mehrere Schwierigkeiten verwickelt, als man vor sich sehen würde, wenn man diese Feinheiten gar nicht gelesen hätte, wenigstens wird man in der Hydrotechnik einen sehr mäßigen Gebrauch davon machen können. Einige haben eine so ergiebige Ausdünstung angetroffen, daß alle Ströme der Welt nicht so viel Wasser in die See ergießen können, als durch die Ausdünstung heraus gezogen wird, und setzen uns in Furcht, zuletzt das Weltmeer gar zu verlieren; andere versorgen durch ihre Regenobservationen uns wieder mit so viel Wasser, daß wir nicht wissen können, wie es zugegangen, daß unsere Vorfahren nicht schon längst im Wasser ertrunken sind. Ein Glück für uns, daß die Natur sich nach unsern Spekulationen nicht richtet, sondern ohne unsre Weisheit zu erwarten, nach den Gesetzen, die ihr die allerhöchste Weisheit ihres Schöpfers eingepräget hat, in der Stille fortarbeitet. Indessen dünstet das Wasser aus, und **Krazenstein** hat sich zuerst durch eine Theorie des Aufsteigens der Dämpfe berühmt gemacht. Daß die Luft das Wasser auflöse, und in ihre Zwischenräume verschließe, ist so gewiß wahr, als es wahr ist, daß es regnet. Wir haben gar nicht nöthig, uns jetzt um die Art und Weise zu bekümmern, wie solches zugehe. Genug, die Luft ist die Ursache der Ausdämpfung des Wassers, und die Luft ist im Stande, eine ihrer Spannung gemäße Quantität Wasser in sich zu beherbergen; ändert sich eine ihrer

Span-

Spannung gemäße Quantität Wasser in sich zu beherbergen: ändert sich ihre Spannung, so ändert sich auch der Erfolg. Vermehret sich ihre Elasticität, so ziehet sie auch mehr Wasser in sich, vermindert sich selbige, so läßet sie es wieder fallen. Sie ist im Stande, in wenig Stunden ganze Donnerwolken und Wolkenbrüche zu verschlingen, und wieder eben so bald zu erschaffen, je nachdem ihr Elater verändert worden. Schon hieraus sollte man erkannt haben, daß die Ausdünstung nicht alle Tage und nicht an allen Orten gleich wäre, und daß man so nicht rechnen könne. In Engelland vermindert die Ausdünstung das Wasser innerhalb vier und zwanzig Stunden um zween Zehentheil Zoll, also erstrecket sich diese Verminderung über die ganze Oberfläche des Erdbodens? Man wird wohl thun, wenn man bey gegenwärtiger Materie diese Wahrnehmungen als nie geschehene Dinge ansiehet.

§. 32. Die Erfahrung eröffnet uns eine ganz andere Schule, indem sie uns berichtet, daß die Ausdünstung nur bey heißer und dürrer Sommerszeit von beträchtlichem Erfolge sey, bey kalter und feuchter Witterung aber uns wenig zu statten komme. Man sollte meinen, man könne die Ausdämpfung durch tägliche Wahrnehmung bey stille stehenden Landseen messen, aber wer weiß, mit welchen Gewässern dieselben Gemeinschaft haben, durch welche dieser tägliche Verlust ersetzet wird? Wir wissen nur, daß in dürren und heißen Jahren, Bäche, Flüsse, Seen und Moräste zuletzt entweder gar austrocknen, oder doch sehr seichte werden. Wer kann aber darauf sichere Rechnung machen, und also ist es zwar gut, wenn man darauf denket, wie man in solchen Fällen das nöthige Wasser herbey schaffen

wolle, wenn man kann; aber wenn nichts in der Nähe oder Ferne vorhanden iſt, oder wenn man ſich noch dazu eines benachbarten Vorraths nicht bedienen darf; ſo warte man, oder man muß leider mit ſeiner ganzen Geſchicklichkeit ſo lange warten, bis der Himmel ſeine Quellen wieder eröffnet.

§. 33. Zum Beſchluſſe dieſes Kapitels werde ich eine Materie noch einmal bearbeiten, die ich ſchon in der Anmerk. des 2ten Paragraphs flüchtig berühret habe, von welcher ich aber bekennen muß, daß ſie in Anſehung des Waſſerbaues gleichfalls ſehr entbehrlich ſey. Sie betrifft den Urſprung der Quellen, wovon ſo viele Gedanken vorräthig ſind, daß man nunmehr ſchon in Folio davon ſchreiben könnte. Vielleicht mache ich mich um dieſe Unterſuchung dadurch verdient, daß ich nur einige wenige Paragraphen liefere. Man machet ſich ein Vergnügen, zuweilen gar ein Verdienſt daraus, die Kühniſche Theorie zu widerlegen und dagegen die Quellen von den Wolken des Himmels abzuleiten. Es mag nun in einem Jahre 18 oder 33 Zoll hoch regnen; ſo weiß ich nicht, wie mir wird, wenn ich davon einen Gebrauch machen ſoll, den Urſprung der erſten Quellen aus dieſer Urſache zu erklären. Man wird mit mir zufrieden ſeyn, wenn ich zugebe, daß das meiſte Flußgewäſſer und faſt alle Ueberſchwemmungen durch Regengüſſe veranlaſſet werden. Aber ich kann mich mit vielen andern nicht beruhigen, wenn ich die Quellen der Hauptſtröme, Quellen, die mit ziemlich gleicher Stärke zur Winters- und Sommerszeit aus den Gebirgen herabfließen, vom Regen erwarten ſoll. Denn wo entſpringen dieſe? Auf den höchſten Gegenden des Erdbodens. Wohlan, ſo ſuche man auf der Landcharte eine Provinz auf

wo

wo mehrere Flüsse entspringen, wir werden deren viele finden; man mache mit dem Zirkel einen Umkreis, welcher diese Quellen einschließet: man berechne das Volumen von Wasser, das jährlich auch nach der ergiebigsten Hypothese auf diese Fläche fället: man ziehe ab, was das Erdreich auf zwey Fuß tief, denn so tief dringet der Regen in die Erde, wieder verschlinget, und nicht anders, als durch Ausdünstungen wieder in die Luft schicket; man ziehe ab, was anderswo hinfließet und zu den Quellen nicht gelangen kann, und diesen Rest vergleiche man mit der Quantität, die diese Quellen in einem Jahre ausspeyen; so wird man seinen Irrthum gar bald gewahr werden. Ich will sagen, was geschehen müßte, wenn man den Ursprung der Quellen nur auf eine erträgliche Art aus dieser Hypothese herleiten wollte. Ein Thal von einigen Quadratmeilen im Umfange, umringet mit einem Walle von Bergen, ausgefüllet mit groben Kiessand, der alles Wasser bis auf den ersten Grund durchfließen lässet, und in welchem es alle Wochen etliche mal stark regnet, und so Jahr aus Jahr ein regnet, würde kaum hinreichen, eine mäßige Quelle hervorzubringen. Wir wollen den Leser nicht zu den Quellen des Nils hinweisen, wo dergleichen Thal nicht befindlich ist: man besuche den Brocksberg, dessen Quellen höher entspringen, als alle Berge des Harzwaldes, und sehe zu, wo solches Thal sey. Ich habe mit aller Sorgfalt den Ursprung der Ilse zu einer Jahrszeit untersucht, die nicht zu trocken, auch nicht zu naß war. Man zeigte mir das Ilsenthal, und ich versuchte meiner Reisegesellschaft den Ursprung der Ilse aus dem Regen zu erklären. Kaum war ich mit meiner Theorie fertig; so bewies man mir, daß der

Sumpf dieses Thals von Quellen herrühre, die höher lägen, als die Oberfläche des Morasts, ich gieng hin, ich sah sie, und der Augenschein widerlegte meine Erklärung. Man setzte hinzu, daß dieses Thal so eben nicht gar zu weit sich erstreckte, austrockne und gleichwohl flösse die Ilse. Das Gebiet der Physik lieget sowol an den Gränzen der eingebildeten, als auch an den Gränzen der wahren Welt. Wir stehen in großer Gefahr, wenn es uns schwer wird die wahren Ursachen ihrer Erscheinungen zu erforschen, in der Phantasie eine Welt zu erschaffen, die nicht da ist. Mir selbst wird es ungemein leicht die Wolken nach den Bergen in Gedanken hinziehen zu sehen, ich lasse sie erschrecklich regnen, und kann sie so lange regnen lassen, als es diese Hypothese für nöthig befindet, und denn wird es mir noch leichter den Regen in Thäler zu sammeln, und am allerleichtesten irgendwo dem wasservollen Thale einen Abfluß, der wie eine Quelle aussiehet, zu verschaffen. Dieses Bild siehet so anmuthig aus, daß es Schade ist, daß es wieder verschwindet, so oft eine Quelle aus den höchsten Klippen uns entgegen kommt.

§. 34. Man fragt: ob nicht das Seewasser mit seinen Salzen den Zugang zu den unterirdischen Wasserbehältern endlich verstopfen werde, wenn es immer das süße Wasser ausdünstet, folglich anschießet? Und ich frage: ob man diese Zugänge gesehen? Vielleicht sind einige so breit als der Amazonenfluß in Amerika, vielleicht sind sie nicht so gesalzen, zumal da das Seewasser an den Ufern weniger Salz besitzet, als mitten im Meere: vielleicht sind andere Mittel unter der Erde vorhanden, die solches Anschießen verhüten. Wie! wenn einige Ströme so beschaffen wären, daß sie durch Steen-

ritzen

ritzen schon eben so viel süßes Wasser in die Wasserschätze zurücklieferten, als aus den höhern Quellen herausfleußt, ehe sie zur See gelangen? Wie! wenn der Regen, der sich in die Stromkanäle ergiesset, ihnen dazu beförderlich wäre, so hätte man gar unterirdische Wasserbehälter, die von der Oberfläche des festen Landes entstünden, und nicht einmal so tief lägen als das Weltmeer? Sind dieses Muthmaßungen; so sind jene Hypothesen gleichfalls nur Muthmaßungen, und eine Muthmaßung sollte doch billig so viel gelten, als die andere. Die Logik der Wahrscheinlichkeiten mag indessen bestimmen, welche Muthmaßung das Uebergewichte über die entgegengesetzte behaupten dürfte.

Anmerkung. Es ist hier nicht die Rede von allen Quellen, warum sollten nicht viele ein blosser Abfluß von Schnee und Regenwasser seyn? Ich behaupte nur, daß die auf den höchsten Gebirgen entspringenden beständigen Quellbrunnen einen andern Ursprung haben müssen. In des berühmten Professor Lulofs Einleitung zu der Kenntniß der Erdkugel kommen im XVI. und XVII. Hauptstücke sehr unterrichtende Nachrichten von dieser Materie vor, welche verdienen ganz nachgelesen zu werden. Unter andern führet dieser vortreffliche Gelehrte aus des *Perrault* Oeuvres diverses einige Wahrnehmungen an, da Quellen vertrocknet sind, als man unversehens ihrem Geburtsort zu nahe gekommen, und ihre Grotten eröffnet hat. Diese Begebenheiten sind zu merkwürdig und beweisen zu bündig, als daß man sie mit Stillschweigen übergehen konnte. Einst, so berichtet der Pater François, grub man aus der Spitze des Berges Odmi-

looft in Slavonien Steine und da man eine Tiefe von zehen Fuß gewonnen, kam man auf ein Lager von Steinen. Als diese heraus gefördert worden; so brach aus den darunter hinstreichenden Spalten des Felsen ein dicker Dampf mit einer unglaublichen Geschwindigkeit hervor und dauerte dreyzehen Tage. Allein vier und zwanzig Tage nachher trockneten alle Quellen, welche aus diesem Berge entsprungen. Perrault erzehlte ferner: die Karthäuser hätten zwo Meilen von Paris eine Mühle besessen. Als diese Eigenthümer eine merkliche Verminderung des Wassers gewahr wurden und bemerket hatten, daß in dem nahe gelegenen Steinbruche aus eröfneten Ritzen eine Menge Dampf ausgehauchet würde, so kauften sie den Steinbruch, verstopften die Ritzen und erhielten ihren vorigen Zufluß von Wasser. Man eröfnet unterirdische Grotten, Dämpfe dringen hervor, die Quellen vertrocknen, Oefnungen werden verstopfet, die Dämpfe werden verschlossen, die Quellen stellen sich wieder ein! Warum machen wir denn Schwierigkeiten, dasjenige zu glauben, was die Natur unsern Augen lehret? Etwa um einer Hypothese nicht zu nahe zu treten? Sonst nichts!

Das

Das dritte Kapitel.

Von der Geschwindigkeit der Ströme.

§. 35.

In der Naturlehre wird es bewiesen, daß die Geschwindigkeiten der in Bewegung begriffenen Körper in eben dem Verhältniß gegen einander stehen, in welchem die Quotienten sind, wenn man den Raum, den sie zurück legen, durch die Zeit dividiret, welche sie zu der Zurücklegung gedachten Raumes brauchen. Setzet den Fall, es fänden sich 3 Ströme A, B, C, der erste flösse in 15 Minuten 990 Fuß, der andere in 12 Minuten 504, der dritte in 9 Minuten 297 Fuß fort.

A.

Raum ZZ 990 } Geschw. 66
Zeit xZZ x }

B.

Raum 504 } G. 42.
Zeit 12 }

C.

Raum 297 } G. 33.
Zeit 9 }

Folglich verhält sich die Geschwindigkeit des Stroms A zu B wie 66 zu 42. A zu C wie 66 zu 33. B zu C wie 42 zu 33.

§. 36. Die Art und Weise, wie man die Geschwindigkeit eines Flusses messen kann, ist folgen-

gende: Man lasse eine hohle Kugel von polirten Kupfer verfertigen, damit sie weit in die Ferne glänze, im Durchmesser etwa 7 Zoll, und versehe sie mit einer messingenen Schraube, damit man sie eröffnen und wieder verschließen könne. Ehe man sie braucht, lasse man so viel Wasser hineinlaufen, als nöthig ist, sie etwa ein paar Zoll ihres Durchmessers über der Oberfläche des Wassers hervorragen zu sehen. Sodann wird die Oefnung durch die Schrauben wieder verschlossen, und die Kugel ist nun zum Gebrauche bereit. Hierauf messe man längst dem Ufer hundert und mehrere Ruthen mit dem Stromstriche oder Bahn parallel ab, stecke an beyden Ende der Linie Stäbe ein, und bemerke, welche Gegenstände des gegenüberliegenden Ufers durch diese Stäbe unter einen rechten Winkel mit der gemessenen Linie gedeckt werden. Man hat Taschenuhren, so Sekunden zeigen, und deren Sekundenzeiger gehemmet werden kann. Eine solche Uhr halte man in Bereitschaft, den Sekundenzeiger auf 60 gestellet. Nun lasse man die Kugel mit einem Kahne dahin bringen, wo man die Geschwindigkeit des Stroms messen will, und überlasse sie dem Wasser. So bald sie die Visirlinie des obern Pfahls berühret, wird der Sekundenzeiger losgelassen. Man verfügt sich nunmehr mit der Uhr in der Hand zum zweyten Pfahle, und hemmet den Sekundenzeiger in dem Augenblicke, in welchem sie die Linie des zweyten Pfahls erreichet hat. Alsdenn kann man durch die Regel de tri finden, wie viel Fuß der Strom in einer Sekunde fortrücke. Findet man es für gut; so kann man den Versuch wiederholen, und die Geschwindigkeit an den Ufern

in

in der Mitte, und wo man es für nöthig findet, in kurzer Zeit abmessen. Es versteht sich von selbst, daß der Kahn der frey fliessenden Kugel in einiger Entfernung folgen müsse, damit er sie im Laufe nicht hindere, und der Bootsmann sie doch auch bald wieder erhaschen und zurück führen kann. Bey stiller Luft kann man die Kugel weiter über dem Wasser hervorragen lassen, als bey widrigem Wetter, damit die Luft in der Vermessung keine merkliche Unrichtigkeit verursache. Die Uebung kann es so weit bringen, daß man auf hundert Ruthen nicht eine Sekunde verfehlet, wenn derselbe Versuch wiederholet wird.

§. 37. Herr Pitot hat die Werkzeuge der Hydrotechnick noch mit einem Instrumente bereichert, womit man im Stande ist die Geschwindigkeit eines Stroms nicht nur nahe an der Oberfläche, sondern auch in der Tiefe zu messen. Es bestehet aus einer offenen gläsernen Röhre A B, deren unterer Theil horizontal gekrümmet und mit einem Trichter versehen ist. Dieser Strommesser wird in ein schmales von B an in Pariser Fuß, Zoll und Linien eingetheiltes Brett eingelassen. Wenn nun dieser Strommesser so tief in das Wasser, als man für gut befindet, eingetaucht, und der Trichter B gegen den Stromstrich gewendet wird; so zeiget die Benetzung des Brettes an, wie tief das Instrument eingetaucht worden, das Wasser in der gläsernen Röhre aber wird durch den Stoß der Geschwindigkeit des Flußwassers in die Höhe getrieben werden, z. E. bis D, wenn E anzeiget, wie tief das Instrument in das Wasser eingetaucht worden. Hierauf schiebt man den Zeiger F nach D um D zu bemerken. Der Unterschied E D deu-

Tab. II. Fig. 14.

tet

tet die Höhe derjenigen Wassersäule an, so diese Geschwindigkeit hervorbringt. Wird diese Höhe in der zweyten Spalte der Tabelle aufgesucht, sie sey z. E. 1 Zoll, so erblicket man in der ersten Spalte die solchem Gefäll zukommende Geschwindigkeit in einer Sekunde = 2 Fuß 3 Zoll. Man hat durch dieses Instrument gefunden, daß das Wasser insgemein von Tiefe zu Tiefe in der Geschwindigkeit abnehme, zuweilen, wenn Kolke im Grundbette vorhanden, gar stille stehe. Es giebt aber auch Zeiten, wo es sich auf der Tiefe eben so schnell beweget, als nahe an der Oberfläche. Kurz die Geschwindigkeit der Ströme ist so wohl in Ansehung der Breite, als auch der Tiefe ungleich und veränderlich. Man kann aber aus allen gemachten Wahrnehmungen, wie künftig gezeiget werden soll, eine gewisse Mittelgeschwindigkeit herausbringen.

§. 38. Die einzige und Hauptursache der geschwinderen oder langsameren Bewegung des fließenden Wassers ist die mehrere oder wenigere Abweichung seiner Oberfläche von der wahren Horizontallinie. Diese Linie ist ein Theil desjenigen Bogens, welcher zum Halbmeßer den Halbmeßer der Erde und zum Mittelpunkte, den Mittelpunkt der Erde hat. Die Abweichung der Oberfläche eines Stromes von dieser Zirkellinie heisset man das Gefäll, welches also die Kathete einer schiefliegenden Fläche vorstellt. Wo nun ein Gefäll sich eräugnet, daselbst entstehet auch eine Bewegung des Wassers, das ist ein Strom. Dieses Gefälle aber kann nicht anders, als durch zwo Abmessungen bestimmt werden, es wäre denn, daß das Gefäll in einem senkrechten Sturzfalle be-

stän-

stände. Man hat erstlich die Länge der abweichenden Linie und nachher die Abweichung von der Horizontallinie selbst zu messen, ehe man die Frage beantworten kann: wie groß ist das Gefäll? Und hierauf dienet dann zur Antwort: auf so und so viel Fußlänge besitzet der Strom so und so viel Gefäll.

1te Anmerkung. Es sey Tab. 1. Fig. 1. ein Sektor der Erdkugel: so ist die Linie a b c die wahre Horizontallinie, hingegen d b e, so als eine gerade Linie den Bogen a b c in den Punkt b berühret, die scheinbare oder astronomische Horizontallinie. Ferner af und hg stelle einen Strom im Profile vor, der um c g von der aus dem Mittelpunkte m gezogenen wahren Horizontallinie a b c abweichet. Alsdenn giebt c g = A das Gefäll zu der Länge a g = B, folglich wie c g : a g so A und B. Weil ein Körper auf einer Horizontalfläche ruhet; so wird ein Fluß ohne Gefälle nur still stehendes Wasser beherbergen und kein Strom seyn. Würde aber ein Strom rings um die Erdkugel herum laufen; so müßte er eine Spirallinie beschreiben, deren gesammtes Gefäll sich zur Länge seiner Laufbahne verhielt, wie seine Senkung bey dem Halbmesser, zu welchem er zurückkehrete, zur Peripherie der Erdkugel.

2te Anmerkung. Der Sprachgebrauch giebt den Worten oft mannigfaltige Bedeutungen, daher manche Dinge mit einander verwechselt werden. In Wissenschaften darf keine Zweydeutigkeit statt finden, welche nicht leichter vermieden wird, als durch Worterklärungen, wobey man sich nur vorzusehen hat, daß man

nicht zu sehr von dem Sprachgebrauche abweiche. Vielleicht billiget der geneigte Leser folgende Worterklärungen. Strom bedeutet die fortrinnende Bewegung des Wassers, diese findet auch in Seen und Meeren statt. Fluß hingegen bedeutet den ganzen Kanal mit Wasser und Ufern. Ist der Fluß so klein, daß er nicht schiffbar gemacht werden kann; so verdient er nur den Namen eines Baches. Ein gegrabener Kanal, der nicht schiffbar ist, kann mit der Benennung eines Wassergrabens sich begnügen lassen; ist er aber schiffbar, so nennet man ihn schlechtweg einen Kanal. Auch in dem Weltmeere giebt es Ströme, die oft an Geschwindigkeit die Landströme übertreffen. Diese werden eingetheilet in beständige und unbeständige. Die beständigen entstehen von der Bewegung der Erdkugel, deren Schwung verursachet, daß das Weltmeer gegen die östlichen Ufer der Welttheile und Inseln anprellet, und längst denselben hinstreichet, je nachdem sie von der Meridionallinie abweichen. Hingegen die unbeständigen werden durch Ebbe und Fluth, wie auch durch Sturm veranlasset. Denn die Fluth ist wie eine Aufschwellung des ganzen Weltmeers zu betrachten, die sich nach dem Stande des Mondes richtet. Man hat in der physischen Astronomie Gründe genug vor sich, diese Naturbegebenheit der anziehenden Kraft des Mondes zuzuschreiben. Uns kann es bey dieser Abhandlung gleich viel gelten, wie man die anziehende Kraft unsers Erdtrabanten erkläre; genug, daß unter dem Monde und auf der andern Halbkugel dem Mondstande gerade

gegen-

gegenüber ein aufschwellender Wasserberg sich befindet, der gegen den Horizont des Mondstandes zu nach und nach abnimmt. Auf dem Mondhorizonte ist Ebbe, die wie ein breiter Gürtel rings um die Erdkugel herumgehet. So wie der Mond fortläufet, so beweget sich auch Ebbe und Fluth nach und nach von Ort zu Ort. Ueber das Weltmeer raget das feste Land der Welttheile hervor, so sich der allgemeinen Bewegung der See widersetzen, daraus entstehen Abweichungen, über Abweichungen, und hieraus wieder Seeströme. Denn sobald die Gewässer mit ungleicher Stärke gegen einander wirken, sobald erzeuget sich im Wasser ein Strom, gleichwie in der Luft ein Wind. Die Winde nehmen großen Antheil an diesen Veränderungen. Haben diese lange genug die Wässer in die Meerbusen und Meerengen hineingejagt; so fließen selbige, wenn die Winde sich legen, eiligst aus diesen Buchten wieder zurück, und in beyden Fällen, enstehen Seeströme. Wer zu wissen verlanget, wie sich dieselben verändern, uud was für Folgen daher für den Wasserbau besonders an der See entspringen, der lese Zunrichs Anleitung zum Deich- Siel- und Schlängenbau Kap. II. Ein Buch, welches den Seearchitekten unentbehrlich ist.

§. 39. Es ist bey der Oberfläche der Ströme, insofern dieselbe durch die Lage des Grundbettes verändert wird, noch ein besonderer Umstand zu bemerken, der uns einen tiefen Blick in die anbetungswürdige Weisheit des unendlichen Schöpfers erlaubet. Die Mechanik unterrichtet uns, daß ein Körper, wenn er auf einer schiefen geradlinichten Fläche herabrollet, seine anfängli-

che Geschwindigkeit von Punkt zu Punkt vermehre. Würden die Ströme, deren viele über hundert Meilen lang sind, auf einer solchen Fläche nach der See hinlaufen; so würden sie zuletzt einen so schnellen Schuß bekommen, daß ihrer Wuth Felsen ausweichen müßten. Befindet sich dieses auf der Erdfläche also? Gerade das Gegentheil, insgemein nimmt die Geschwindigkeit der Ströme nach und nach ab, je mehr sie sich der See nähern. Dieses aber kann durch nichts anders hervorgebracht werden, als durch eine einwärts gebogene Linie. Folglich machen die Ströme im ganzen genommen, auf der Oberfläche der Erdkugel eine einwärts gebogene Linie aus, die immer weniger von der wahren Horizontallinie abweichet, je mehr sich der Fluß dem Meere nähert. Aber nach diesen Linien das feste Land einzutheilen, und seine Lage zu bestimmen, ist ein Werk, welches alle endliche Vernunft übersteiget, und gleichwohl wurde dieses Werk in einem einzigen Schöpfungstage ohne allen Fehler vollbracht. Ich werde nicht leicht widerlegt werden können, wenn ich behaupte, daß diese Sache die Figur der Welttheile bestimme. Man verändere an irgend einem Welttheile die Uferlinie, so hat man alle daselbst befindliche Flüsse in unschiffbare Wasserfälle verwandelt. Bey jeder Betrachtung der Gottheit verwandelt sich der Enthusiasmus in Pflicht, und ich fühle hier diese Wonne in ihrer ganzen süssen Wallung.

§. 40. Aber hier muß ich auch denjenigen, die Kanäle anlegen wollen, etwas ins Ohr sagen: Wofern bey langen und weitstreichenden Kanälen die Regel das Gefäll gegen den Ausfluß zu

nach und nach zu vermindern nicht beobachtet wird; so wird ein solcher Kanal zuletzt sein Wasser mit aller nur möglichen Geschwindigkeit fortstossen, und man wird sich vergeblich wundern, wie es zugehe, daß das Wasser gegen die Mündung des Kanals so schleunig wegfalle, dergestalt daß man mit den Schiffen kaum über die Untiefen wegfahren kann, wenn das Wasser bey der letzten Schleuse über die Thorflügel weglaufet, da man doch bey Anlegung des Kanals immer nach einem in geraden Zuge sich erniedrigendem Gefäll fortgearbeitet hatte. In der That, es kommen bey Führung großer Kanäle so viele geheimnißvolle Umstände zum Vorschein, daß man es auch dem erfahrensten Wasserbaumeister nicht verdenken kann, wenn er bey Anträgen von dieser Art zittert.

§. 41. Vielleicht gebe ich denjenigen, die dergleichen wichtige Arbeiten zu besorgen haben, den Schlüssel zu diesem Geheimnisse in die Hand, wenn ich von dieser Linie etwas umständlicher handle. Denen, welche sich in der höhern Mechanik umgesehen, wird eine Linie begegnet seyn, welche man die Isochrona nennet, darum weil ein Körper, der in dieser Linie fällt, in gleicher Zeit gleiche Fallräume zurückelegt. Auch wird ihnen bereits nicht unbewußt seyn, daß ein in der Tautochrone oder Cycloide fallender Körper nicht nur in gleicher Zeit Bögen von verschiedener Größe durchwandere, sondern auch eben so seine Geschwindigkeit durch das Steigen wieder verliere, als er sie durch den Fall empfangen; ferner, daß ein gefallener Körper auf einer geraden Horizontallinie seine empfangene Geschwindigkeit unverändert fortsetze, und wiederum auf einer schiefliegenden

beschleunige. Die Natur ahmet alle diese Bewegungen nach, zum Theil durch die Erweiterung und Zusammenziehung der Ufer, zum Theil durch die Abweichungen des Grundbettes, welches aus Wasserfällen zusammengesetzt ist, die mehr oder weniger merklich sind. Diese Kaskaden verursachen, daß der Strom nicht mit einer immer mehr beschleunigten, sondern vielmehr allmählig wieder abnehmenden Geschwindigkeit nach der See fortwandert. Wenn nun die Erfahrung lehret, daß die Ströme insgemein ihre anfängliche Geschwindigkeit, im ganzen betrachtet, nach und nach verlieren; je mehr sie sich dem Ausflusse nähern, der tiefste Boden einer Cycloide aber eine viel langsamere, gleichzeitige Bewegung hervorbringt, als der höhere; so kömmt es mir sehr wahrscheinlich vor, daß diejenige Linie, welche vom Ursprunge an, die Strombahne in den mehresten Punkten berühren würde, eine Isochrone sey, die allmählig in einen untern Cycloidenbogen, und endlich gar in eine gerade Linie ausartet. Oder gefällt diese Idee nicht; so findet vielleicht folgende mehrern Beyfall, wenn ich mir einen Strom unter einer Kaskade vorstelle, deren untere Stufen verhältnißmäßig breiter sind als die obern, je mehr sie sich dem Ende nähern. Es ist daher gar nicht zu verwundern, daß der Lauf der Ströme so ungleich befunden wird, und auf jede geschwindere Bewegung wieder eine langsamere erfolget. Jedoch die Absätze des Strombettes und die verschiedenen Uferweiten sind es nicht allein, durch welche der unendlich weise und allmächtige Schöpfer das entsetzliche Unglück einer fort und fort beschleunigten Bewegung der Flüße verhütet

hat;

hat; sondern noch vielmehr halten die schlangenförmigen Krümmungen den Strom zurück. Daher alle Ströme, die wenige Krümmen machen, schneller als andere dem Weltmeere zueilen. Der Wunsch Ströme ohne Krümmungen zu setzen ist nicht der beste. Man sollte meynen, dieses wäre genug, bey Anlegung langer Kanäle zu rathen, das Gefälle nach einer Cycloide zu vertheilen, und nach Maßgebung dieser Linie ihnen von Ort zu Ort ein schwächeres Gefälle anzuweisen, auch sich nach Beschaffenheit der Umstände der Isochronen zu bedienen. Allein wo graben wir unsere Kanäle? auf einer Kugel. Würden wir auf einer geraden Fläche eine Cycloide, wie auch die Isochronen auszufüllen haben; so bliebe man billig bey der Symmetrie dieser Linien. Wenn wir sie aber auf einer Kugel anbringen wollen; so hören sie auf das zu seyn, was sie sonst sind, und verwandeln sich in solche, die wir zu den transcendentischen hin verweisen würden, wenn sie nicht, besonders was die Isochrone betrifft, der vortreffliche Varignon erklärt hätte. *)

§. 42. Alles hat seine Ursachen, und jedwede Ursache sprosset wie eine Frucht aus der Blume, die Blume aus den Zweigen, die Zweige aus dem Stamme, und der Stamm aus den Wurzeln hervor. Billig bleiben wir allhier bey der §. 38. angegebenen nicht stehen; sondern untersuchen ferner, woher die Abweichung der Oberfläche des Gewässers von der Horizontallinie

*) Siehe Memoires de l'Academie de Paris. Année 1769. p. 1. &c.

bey offenen Strömen entstehe. In Wahrheit, man sieht nur mit einem Auge, wenn man diese Abweichung der Wasserfläche dem Strombett und nicht zugleich den Ufern beymißt.

§. 43. Das ganze Strombett kömmt hier nicht in Anschlag, sondern blos die Untiefen. Es sey mir erlaubt diesen Fall zu setzen: AB sey ein Strom oder Kanal, dessen Ufer völlig parallel neben einander laufen: damit wir jetzt blos auf diejenigen Phänomena Achtung geben können, welche der Grund durch seine Ungleichheit hervorbringt. Indem das Wasser sich über die Untiefe α ergießt, so wird es nicht eher fortlaufen können, bis das Bassin a b c angefüllet ist. Es würde daher einerley seyn, ob die Grundfläche die Linie a c im Profil vorstellte, oder ob es eine jede andere einwärts gebogene wäre. Nun würde d das Strombett bestimmen, wenn nur nicht e noch höher läge; mithin ist d für nichts zu rechnen. Die seichte Stelle f bestimmt abermal eine neue Lage des Strombettes, ingleichen g u. s. w. Werden die Punkte auf den Untiefen zusammengezogen, so entsteht die Linie a c e f g, welche die wahre Lage des in den Strom wirkenden Grundbettes anzeiget.

Tab. I. Fig. 2.

§. 44. Weil e noch einmal so tief von der Wasserpaßlinie α β abweicht als c, so sollte das Wasser von c bis e noch geschwinder laufen, als es von a bis c sich bewegt hat. Nun setzet, über e stünde das Wasser so hoch als über c, so müßte über e vielmehr Wasser weglaufen, als über c hinzufließen könnte, welches aber ein Widerspruch ist. Nothwendig wird das Wasser seine Tiefe über e ändern: und weil es über e noch einmal so schnell weg-

wegläuft als über c und α; so wird es hingegen über e nur halb so hoch stehen als über α; ja es wird bereits in c etwas niedriger stehen müssen als über a. Welches derjenige Fall war, da eine Untiefe die Geschwindigkeit des Stroms vermehren kann.

§. 45. Nun ist nöthig auch zu zeigen, unter was für Umständen die Untiefen einen Strom dahin bringen können, daß er langsamer fließe. Die Untiefe f weicht entweder eben so stark von der Horizontallinie ab als e, so daß cef eine gerade Linie ausmachen, oder sie weicht mehr oder weniger ab. In dem ersten Falle wird das Wasser über f eben so hoch stehen als über e, und von e bis f eben so geschwind fließen als von c bis e. In dem zweyten Falle wird es von e bis f noch geschwinder laufen als von c bis e, aber auch über f niedriger stehen. In dem dritten Falle wird das Wasser von e bis f langsamer fließen, auch über f höher stehen: und dafern t um eben so viel sich wieder der Horizontallinie nähert, als e davon abgewichen; so wird die Geschwindigkeit ef gleich seyn ac und die Tiefe fh=am.

Anmerkung. Man sieht hieraus so viel, daß in vielen Fällen kein schlechteres Mittel erdacht werden könne, einen Strom zu vertiefen, als wenn man die seichten Stellen ausbringen wollte. Denn bey c wird das Strombett nicht tiefer unter der Oberfläche des Wassers zu liegen kommen, als die Untiefe e, wenn man gleich den ganzen Hügel ycz weggegraben hätte. Sobald man aber unter die Linie ycz gelanget; wird eine mehrere Tiefe können erlanget werden. Herkulische Arbeit! In f würde man auch

schlechte Verdienste und Ehre einlegen; in g desgleichen. Mit einem Worte, man kann nicht eher einen Strom durch Ausräumung des Grundes vertiefen, als bis die seichte Stelle aufhört, ein determinirender Punkt des Strombettes zu seyn. Dieses geschieht, wenn sie bis unter die Horizontallinie der näch folgenden erniedriget wird. Aber was gewinnt man? nichts als eine einzige Stelle, und die Arbeit muß bey jeder folgenden Untiefe von neuem vorgenommen werden. Wie gut ist es nun nicht, wenn man dergleichen plausible Vorschläge von Vertiefung der Ströme nach dem Maaßstabe einer gesunden Theorie abmessen kann.

§. 46. Die Ordnung leitet mich zu der zweyten Ursache der veränderten Abweichung der Oberfläche der Ströme von der wahren Horizontallinie. Diese besteht aus der Näherung oder Entfernung der Ufer. So wenig der ungleiche Grund der Ströme mit Recht verdient das Strombett genannt zu werden, eben so wenig sind die sichtbaren Ufer die wahren Gränzen des Stromes. Bloß die Stromengen sind es, welche in Betrachtung gezogen werden; und die von einer Stromenge bis zu der andern gezogenen Linien bestimmen die wahren Stromigränzen.

§. 47. Der Beweis kann auf eine sehr leicht begreifliche Art eingerichtet werden. AB sey ein Theil eines Stromes, und a b c d u. s. f. Stromengen. Weil das Wasser kein elastischer Körper ist, dessen Theile sich zusammen drücken ließen; so kann durch die Strohmenge a b nicht mehr Wasser hindurchfliessen, als die Breite und Tiefe derselben es zuläßt. Bey c d kann nicht mehr

Tab. I. Fig. 3.

der-

herausfliessen, als die Breite und die Tiefe dieser Stromenge erlaubet. Zieht man nun b d und a c zusammen; so hat man den eigentlichen sich fortbewegenden Wasserkörper bestimmt. Alles übrige Ufer b h d, mag man verändern, wie man will, der Strom wird dadurch weder seichter noch tiefer werden, weder hurtiger noch langsamer fliessen: es sey denn, daß man über die Gränze b m d schreite. Folglich sind die durch die Stromengen determinirten Parallelen die eigentlichen Stromgränzen.

§. 48. Wenn die Stromengen von gleicher Weite sind, so richtet sich die Geschwindigkeit des Laufes bloß nach der Abweichung des Grundbettes von der Horizontallinie, §. 44. 45. Denn es ist keine weitere Ursache vorhanden. Hingegen, wenn die untere Stromenge sich erweitert, wie bey e f, so wird die Grundlinie größer, mithin muß die Höhe abnehmen, auch die Geschwindigkeit des Stromes, von d bis e, zunehmen.

§. 49. In i k begiebt sich ein neuer Fall; diese Stromenge ist durch allerhand angelegte Dämme enger geworden, als g h. Was kann da anders erfolgen, als daß g h aufhöret zu den Stromengen zu gehören, d i sind nun die Punkte, imgleichen c k, welche durch die dazwischen gezogene Linien die Gränzen bestimmen. Folglich wird das Wasser nunmehr wieder anfangen von e bis i langsamer zu fließen, auch bey g und h höher stehen, als vorher geschah. Im Fall durch i k eben so viel Wasser abfliessen soll, als bey a b herein läuft.

§. 50. Der Nutzen dieses Kapitels wird sich am besten in folgenden Sätzen zeigen lassen. Man hätte sich vorgesetzt

I. Der Strom solle an einem gewissen Orte, das ist, zwischen zwoen gegebenen Stromengen langsamer fließen: dieses kann durch drey Mittel erreicht werden.

1) Füllet bey derjenigen Stromenge, welche am Ende liegt, d. i. bey der untern Stromenge, das Strombette aus, damit es erhöhet werde. §. 24.

2) Machet die untere Stromenge durch Buhnen, Backwerke ꝛc. noch enger als sie zuvor war. §. 28.

3) Erweitert die obere Stromenge. §. 28.

II. Der Strom soll schneller fließen.

1) Vertiefet das Strombette bey der untern Stromenge. §. 23. wenn es nämlich das Gefäll kommandirt.

2) Oder erhöhet das Strombette bey der obern Stromenge.

3) Erweitert die untere Stromenge.

4) Schmälert die obere Stromenge.

III. Der Strom soll tiefer werden. Weil es kein Rath ist das Strombett zu erniedrigen, bevor man gefunden, daß bey den andern nächstfolgenden Stromengen die Strombetten solche Lage haben, die es zuläßt; so ist es am besten, wenn man sich damit behilft, daß man die Stromengen nähert oder ausfüllt.

IV. Der Strom soll seichter werden. Erweitert nur eine untere Stromenge nach der andern. In dem praktischen Theile

wird

wird noch ein mehreres davon vorkommen.

1te Anmerkung. Da also der Strom durch vorgenommene Veränderungen bey den Stromengen, ich möchte fast sagen, wie eine Orgelpfeife, durch die Weite und Höhe gestimmet werden kann; so ist unumgänglich nothwendig, daß Stromnachbarn in einem Bündnisse mit einander leben, daß keiner ohne des andern Vorwissen etwas verändern wolle. Sie können sich untereinander dergestalt bekriegen, daß keiner recht weis, woher es komme, daß der Strom oft außerordentlich anfängt des andern Land anzufallen. Besonders sitzet allemal derjenige, welcher an einer Stromenge zu sagen hat, im Vortheile.

2te Anmerkung. Bey dem ersten und zweyten Vorschlag entstehet in diejenige Stromenge, welche durch ein Grundbett erhöhet wird, ein unvermeidlicher Wasserfall, welcher Mühlen vortheilhaft und Schiffen gefährlich ist. Der dritte aber ist folgender Gestalt zu erklären. Wenn die obere Stromenge erweitert wird, so erniedriget sich daselbst das Wasser, mithin verlieret der Strom sein verhältnißmäßiges Gefäll. Aber so viel hier seine Geschwindigkeit abnimmt; so viel nimmt sie bey der nächst folgenden obern Stromenge zu. Man kann keine von diesen drey Maaßregeln ergreifen, ohne die Veränderungen, die dadurch bey der nächst vorhergehenden sowohl, als auch bey der nächst folgenden Stromenge verursachet werden, mit in Betrachtung zu ziehen und zu fragen, ob dieselben schädlich oder vortheilhaftig sind?

Sonst

Sonst treibt man seinen Feind nur in eine andere Provinz.

3te Anmerkung. Beyspiele von den übeln Folgen des erhöheten Strombettes finden sich, wenn die Müller die Fachbäume erhöhen, oder wenn sie den Strom durch Einbaue und Archen zu sehr spannen, damit sie schneller Wasser unter oder über den Rädern bekommen, aber sie vermindern dadurch allemal den Zufluß, weil der Strom oberwärts langsamer wird, befördern hingegen die Ueberschwemmung.

4te Anmerkung. Es ist noch ein Mittel hinzu zu fügen, man nöthige den gar zu schnellen Strom durch Einbaue zu serpentiren, so wird er endlich, wenn seine Schlangenkrümmen weit genug ausschweifen, bis zum Schaden und Verdruß langsam fliessen. Wenn dieses alles nicht möglich gemacht werden kann; so bleibt uns noch die Schleuse übrig die Fahrzeuge, durch dergleichen Stromschüsse sicher hindurch zu führen.

§. 51. Ich überlasse es andern zu beurtheilen, ob es nicht dem ganzen gemeinen Wesen vortheihaft sey, wenn eine Person von Range die ganze Direktion über einen Strom übernehmen würde. Dieser würde eine Charte überreicht, auf welcher alle Stromengen und deren Tiefen oder Untiefen verzeichnet stünden; diese könnte Anzeige thun, welche Stromengen zu erweitern wären, um manche jähe Uerschwemmungen zu verhüten: diese würde im Stande seyn zu befehlen, daß nicht durch willkürliche und unvorsichtige Wasserbaue Stromengen und Untiefen entstünden, wo keine seyn sollten. Mit einem Worte, alles, was die Strom-

gränzen berührte, und innerhalb denselben läge, müßte zu ihrem Gebiethe gehören; alles aber, was ausser denselben befindlich, könnte dem Gutbefinden eines jeden Stromnachbars anheimgestellet werden. Aber solange dieses nicht geschieht; so lange wird die Unvorsichtigkeit oder Eigensinn eines Stromnachbars dem andern unsäglichen Schaden zufügen. Der Strom, der nun so viele tausend Jahre hindurch geflossen, auf welchem alle nur mögliche Vorfallenheiten von harten Eisgängen, Fluthen, Stürmen, u. s. w sich so viel hundertmal zugetragen, sollte, dächte ich, wohl, endlich sich ein bequemes Lager verschaffet haben. Wir sind es, die wir ihn so oft zum Dammkriege herausfodern; wir sind es, die wir ihn nöthigen, sich an uns zu rächen. Und gesetzt, wir könnten nicht alles; so könnten wir doch sehr vieles, und vielleicht das meiste von Schaden verhüten.

§. 52. Unmöglich können wir diese Materie verlassen, bevor wir nicht eine genauere Bestimmung der Flüße, durch ihre Gefälle gewagt haben. Der Fluß des Gewässers ist ein beständiges Fallen, mithin wird die Geschwindigkeit der Flüsse durch das Gefäll, als die einzige wirkende Ursache hervorgebracht. Ein Körper, wenn er herabfället, erlanget von Zeit zu Zeit seines Fallens einen größeren Grad der Geschwindigkeit, und woher entspringt dieses Phänomen? Die Schwere wirket unaufhörlich in alle Körper, und also auch in die fallende. Würde diese Schwere nur mit einem einmaligen Stoße den Körper zum Fallen antreiben, so würde derselbe mit der von diesem Stoße erhaltenen, einförmigen Geschwindigkeit so

lan-

lange fortfallen, bis er aufgehalten worden. Wenn aber die Kraft, so man Schwere nennet, unaufhörlich fortfährt zu wirken; da die vorige Wirkung noch nicht vernichtet worden; so wird dadurch der Fall von Augenblicke zu Augenblicke beschleuniget, und der Körper fällt immer schneller, je länger er fällt. Daß dem wirklich also sey, lässet sich auch aus der Erfahrung durch den Augenschein ausmachen. Ein Ball, wenn er hoch in die Luft geschleudert worden, wird zusehens, wenn er wieder herabfällt, in der Geschwindigkeit zunehmen. Ferner so lehret die Erfahrung, daß ein Stein, je höher er herabgefallen, desto heftiger aufschlage, wenn er den Boden erreichet, dieses könnte nicht erfolgen, hätte seine Geschwindigkeit nicht von Augenblicke zu Augenblicke zugenommen.

1te. Anmerkung. Wenn ein schwerer Körper durch einen flüßigen, es sey nun Luft oder Wasser, fället; so nimmt der Widerstand des flüßigen zu, je schneller er sich beweget. So bald dieser Widerstand seiner natürlichen Schwere gleich wird; so höret er auf seinen Fall zu beschleunigen, und er sinket mit dem bis dahin erlangten Grade der Geschwindigkeit in einer gleich schnellen Bewegung zu Grunde. Dieser Umstand gereichet uns zu einer ungemeinen Wohlthat Gottes. Jeder Regen würde wie ein Hagelwetter alle Früchte der Erde niederschlagen, wenn die Tropfen nicht von der Luft ihrer schnellen Bewegung aufgehalten würden, und sie mit demjenigen Grade der Geschwindigkeit die Erde träfen, den sie in einem luftleeren Raume erlangen könnten: Selbst der Hagel,

der oft über zweytausend Klafter herabstürzet, würde unaussprechliches Elend anrichten, wenn seine Schloßen nicht so gleich aufhörten, sich zu beschleunigen, so bald der Widerstand der Luft ihrer Schwere gleich wird.

2te Anmerkung. Der Widerstand des flüßigen Körpers richtet sich theils nach der Geschwindigkeit, theils nach der Größe des fallenden. Da nun Körper von gleichem Gewichte, aber von verschiedener eigenthümlichen Schwere in der Größe eben so sich ausbreiten, wie ihre eigenthümliche Schwere abnimmt; ein grösserer Körper aber mehr Widerstand des flüssigen zu überwinden hat, als ein kleinerer, wenn gleich beyde mit einerley Geschwindigkeit durch den flüssigen hindurchfahren; so werden die leichtern allemal langsamer in der Luft oder Wasser herabfallen, als die schwererern. Daß aber diese Erscheinung lediglich von dem Widerstande der Luft herrühre, nimmt man wahr, wenn in einem luftleeren Raume eine mit einem Goldstücke zugleich herabfallende Pflaumfeder, von einerley Höhe zu gleicher Zeit den Boden des Gefässes erreichet.

§. 53. Bisher ist die Beschaffenheit des Falles lediglich als eine Erscheinung im Reiche der Natur behandelt worden, und es fehlet uns noch ein Erfahrungssatz, alsdenn können wir die Theorie anwenden. Es wird nun die Frage erfolgen: wie hoch fället ein Körper in einer bestimmten Zeitmaße? Alle Versuche bestättigen es, daß ein schwerer Körper nahe an der Oberfläche der Erdkugel in einer Sekunde 15 Pariser oder 16 rhein-

rheinländische Füße falle, (*) wenn er einen luftleeren Raum herabstürzet. So bald man diesen Satz, den man nicht anders als durch den Versuch entscheiden kann, als einen Grundsatz gelten läßet; so ist alles übrige, was daraus mathematisch hergeleitet wird, entschieden. Denn da durch die beständige Fortwirkung der Schwere der Fall beschleuniget wird; so ist offenbar, daß in zwey Sekunden die Geschwindigkeit noch einmal so groß müsse geworden seyn, als in der ersten, in drey Sekunden dreymal, in vier Sekunden viermal, in fünf Sekunden fünfmal u. s. w.

Nun erwäge man ferner, ein Körper ist zween Augenblicke, oder zween determinirte Zeitpunkte gefallen, seine Geschwindigkeit ist noch einmal so groß geworden, als im ersten Zeitpunkte; ist es da nicht nothwendig, daß er in zwey Augenblicken viermal so viel Raum müsse zurück geleget haben, als im ersten, in dreyen neunmal und in vieren sechzehnmal so viel Raum? die Zahlen 4, 9, 16 u. s. w. sind Quadratzahlen, und sie sind es darum, weil die Augenblicke und die Geschwindigkeit jederzeit einander gleich sind, und Zahlen mit sich selbst multipliziret Quadratzahlen geben. Was folget nun hieraus? Dieses: die durch Fall von verschiedenen Höhen erlangten Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen. Die Höhen sind also Quadrate und die Geschwindigkeiten die Wurzeln dieser Quadrate. Wenn also z. B. zwo Kugeln von ungleichen Höhen herabfielen, die eine A von

*) Nach Wienermaaß ziemlich genau $15\frac{1}{2}$ Fuß.

9 Fuß, die andere B von 49 Fuß, so würde die durch den Fall erlangte Geschwindigkeit der letztern, sich zu der Geschwindigkeit der erstern verhalten wie 7:3. Ferner folget daraus, daß die Räume, welche Körper in jeden Zeitpunkte ins besondere zurücke geleget haben, sich verhalten wie die Folge der ungleichen Zahlen. Denn wenn die Quadrate, so aus der Zahlen Folge 1. 2. 3. 4. 5 ꝛc. entstanden sind, von einander abgezogen worden; so erhält man die Reihe der ungleichen Zahlen 4—1=3. 9—4=5. 16—9=7. u. s. w.

§. 54. Es ist aber noch eine Folge übrig, und daß ist diejenige, um derentwillen diese Lehre vom Falle schwerer Körper der Mechanik abgeborget werden müssen. Ist es nicht einerley, ob ein Körper durch eine von Augenblicke zu Augenblicke wirksame Schwere belebt, seinen Lauf beschleunige, oder ob er durch einen Druck, der gleichfalls wie die Höhe zunimmt, fortgestossen werde? Nothwendig. Denn wenn die Kräfte auf einerley Art sich erzeugen; so müssen auch die Wirkungen einander gleich seyn. Also ist es einerley, ob eine Kugel durch den Fall nach und nach einen gewissen Grad der Geschwindigkeit angenommen, oder ob die Kugel gedruckt von eben soviel Kugeln von gleicher Schwere und Masse, als in derjenigen Höhe über einander Platz finden, durch welche sie gefallen, fort geschossen würde. Wohlan! füllet eine Röhre z. E. von 15 Fuß Höhe mit Wasser, bohret in der Distanz, die der Körper bey jedem Momente des Fallens zurück gelegt hat, Löcher; so wird das Wasser mit derjenigen Geschwindigkeit herausschiessen, die ihm der Druck des überstehenden Wassers giebet. Und es wird

einerley seyn, ob der Wasserstral erst von der Höhe herunter gefallen, und mit der erhaltenen Geschwindigkeit darauf horizontal fortschösse, oder ob er durch den Druck einer eben so hohen Wassersäule fortgestossen würde. Da sich nun die Geschwindigkeiten verhalten, wie die Quadratwurzeln aus der Höhe des Fallens; so müssen sie sich auch eben so verhalten gegen die Höhe der Wassersäulen, die durch den Druck diese Geschwindigkeiten hervor bringen.

§. 55. Wir haben uns überzeuget, daß man für den Fallraum eine Wassersäule annehmen könne, deren Höhe dem Fallraume gleich ist, und die dem untersten Wasser durch einen Druck eben diejenige Geschwindigkeit beybringen wird, welche der Wasserstral durch den Fall erzeugen würde. Diese Untersuchung aber wird uns nicht eher brauchbar, bis wir wissen können, wie groß diese Geschwindigkeit sey? Können wir dieses bestimmen; so wird uns nichts hindern können, die Geschwindigkeiten aller Höhen zu berechnen. Die Mechanik liefert uns desfalls folgende Gesetze: Ein Körper, der durch den Fall einen gewissen Grad der Geschwindigkeit angenommen, wird zweymal so weit fortschießen, als die Höhe seines Falles beträgt, wenn er mit der erlangten Geschwindigkeit sich eben so lange, als er gefallen, gleichförmig fortbewegen sollte. Z E. eine Kugel fället in einer Sekunde 15 Fuß herab, wird sie mit der zuletzt erlangten Geschwindigkeit eine Sekunde lang fortlaufen; so hat sie in bemeldeter Zeit 30 Fuß zurück gelegt.

Beweis. Der Raum, welchen ein Körper mit gleicher Geschwindigkeit durchwandert, sey =R,

die

die Geschwindigkeit sey =C, und die Zeit sey =T: so ist R=CT, wie alle zurück gelegten Räume durch ein Faktum aus der Geschwindigkeit in die Zeit bestimmt werden müssen. Ein Faktum, das aus zween Faktoren bestehet, kann man sich allemal als ein Parallelgrammum vorstellen. Es drücke Fig. 4 Tab. 1. die Linie AB die Zeit T aus, und BC die Geschwindigkeit, so ist ABCD=CT. Nun will man wissen, wie eine nach und nach sich erzeugende Geschwindigkeit sich zu CT verhalte? Offenbar werden die Geschwindigkeiten so zunehmen, wie die Semiordinaten ET. GH. IK von dem Abscissen AE. AG. AI. Das Faktum dieser werdenden Geschwindigkeit ist also dem Triangel ABC gleich, dieser ist die Hälfte von ABCD. Folglich verhalten sich die wachsenden Geschwindigkeiten zu den gleichförmigen wie $\frac{1}{2}$CT: CT und eben so die Räume r: R. das ist, sie verhalten sich wie 1: 2. welches zu erweisen war.

§. 56. Es verhalten sich die Quadrate der Räume, die gleichförmige Geschwindigkeiten zurück legen, wie die Fallhöhen. Nun sey die größere Höhe = A die kleinere = a die erlangte Geschwindigkeit des Falles A=C und die Geschwindigkeit a=c, so ist nach §. 53. C: c=$\sqrt{A}$:$\sqrt{a}$, folglich C^2: c^2 =A: a. Weil nun R=CT. §. 55. so ist R: r=CT: cT. Da nun T=T. So können wir setzen R: r = C: c. Es ist zu bemerken, das jetzo r den Raum der kleinern gleichförmigen Geschwindigkeit bedeute. Ist nun A: a=C^2: c^2. So können wir anstatt C^2 auch annehmen R^2. Folglich A: a=R^2: r^2 W. z. e. w.

1ter Zusatz. r soll gefunden werden, es sey $= x$. Mithin

$$\frac{aR^2}{A} = x^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{aR^2}{A}\right)} = x$$

Auf diese Weise kann man alle Räume finden, die in gleicher Zeit fallende Körper zurücke legen werden, wenn die Höhen gegeben worden.

2ter Zusatz. Gesetzt aber, man habe die Räume und wolle die Höhen wissen, so ist $a = x$

Also $\frac{A r^2}{R^2} = x$

Diese Formel ist es eigentlich, die wir suchten, und nach derselben können wir aus der gegebenen Geschwindigkeit des Wassers allemal die Höhe derjenigen Wassersäule bestimmen, welche diese Geschwindigkeit hervorbringet.

§. 57. Da uns die Höhen der Wassersäulen bekannt worden; so kann man auch finden, wie stark die Geschwindigkeit des Wassers auf eine gegebene Fläche, z. E. auf einen Quadratfuß, wirke. Denn nimmt man diese Fläche zur Grundfläche an, multiplizirt man sie mit der Höhe, berechnet man endlich die Schwere dieses Wasserkörpers; so hat man den Stoß gefunden, welche eine solche Fläche von jeder Geschwindigkeit des Wassers auszustehen hat.

§. 58. Dieses alles ist indessen mühsam und verdrüßlich. Dieser oft wiederholten Mühe kann man

man entübriget seyn, wenn man ein vor allemal eine Tabelle verfertiget, wo man die Geschwindigkeit des Wassers in einer Sekunde, nebst der ihr zukommenden Höhe der Wassersäule und den daraus entstehenden Stoß auf einer Fläche von einem Quadratfuße verzeichnet hat.

1te Anmerkung. In der vorigen Ausgabe meiner Abhandlung vom Wasserbaue ist eine Tabelle befindlich, welche ich bey häufigem Gebrauche zu unvollständig fand, als daß man sich in allen Fällen mit ihr begnügen konnte. Viele Ströme laufen in einer Sekunde keinen Fuß weit, über dem so kömmt es in manchen Strommessungen auf halbe Zolle an. Z. B. man soll sagen, wie viel Wasser in einer gegebenen Zeit vorüberfließe, da kann man gegen halbe Zolle nicht gleichgiltig seyn. Dieses ist die Ursache von gegenwärtiger weitläuftigern Tabelle. Was die Wirkungen des Stosses betrifft: so habe ich darinn gleichfalls eine Aenderung, die aber nicht viel betragen wird, getroffen. Ich hatte bey Verfertigung jener Tabelle den Pariser Kubikfuß Wasser zu 70 ℔ Schwere angenommen, das ist er auch im Marktgewichte beynahe. Gegenwärtig aber habe den Pariser Kubikfuß zu 72 ℔ Berlinergewicht angenommen, theils weil meine Versuche solches ausweisen, theils weil bey dieser Voraussetzung die Brüche nicht gar zu häufig und groß werden.

2te Anmerkung. Weil hier eine wichtige Gelegenheit ist, wo die eigenthümliche Schwere des Wassers ganz besonders den Ausschlag in manchen sehr kostbaren Unternehmungen geben soll: so werde dem geneigten Leser alles vortragen,

was mir deßfalls bewußt, damit er selbst alles genau prüfen, und nach angestellter Prüfung die Wahl treffen könne. Herr Mariotte hat die Schwere eines Pariser Kubikfußes Wasser 70 ℔ angegeben. Herr Römer 69 ℔, 24 Loth, Herr Homberg 69 ℔, 2 Unzen, Picard 69 ℔, 9 Unzen, 3 Drachmen 20 Gran, de la Hire 68 ℔, 1 Unze, 4 Drachmen 20 Gran. Eben dieser große Mathematiker nimmt oft denselben 72 ℔ an, Belidor bald 70, bald 72 ℔, je nachdem es seinem Kalkul zuträglich war. Diese Verschiedenheiten würden bey so genauen Prüfungen der geübtesten Hände und scharfsichtigsten Augen gar nicht möglich gewesen seyn, wenn sie alle einerley Gewicht gehabt, und das Wasser alle zu einer Zeit bey einerley Himmelstemperatur aus ein und eben demselben Strome geschöpft hätten. Dieses war unmöglich, und so war es denn auch unmöglich, daß ihre Versuche bis auf Lothe und Quentlein zutreffen konnten. Ich habe 6mal den Pariserfuß sehr genau aus der Spree abgewogen, ich habe viele Mühe angewandt, die Gewichte abzugleichen, und muß gleichwohl bekennen, wenn ich den Pariser Kubikfuß Wasser zu 72 ℔ annehme, daß ich eine Mittelzahl zwischen denjenigen, so die Versuche mir nachweisen, nenne §. 15. An meiner Wage ist auch nichts auszusetzen, die Gewichtschale hänget an seidenen Schnüren, die andere aber nicht, denn sie ist nach Haukspees Manier verfertiget, und diese Wage giebt schon einen sehr merklichen Ausschlag, wenn nur die Luft feuchter geworden, und ihre Feuchtigkeit sich in die Schnüre gezogen. Aber eben darum,

weil

weil diese Wage sehr empfindlich ist, und eben darum, weil das Wasser in seiner Schwere veränderlich ist, kann ich nicht sicher seyn, daß nicht bey jedem neuen Versuche eine neue Proportion entstehen werde. Zum Glücke hat dieser geringe Unterschied in der Ausübung wenig auf sich. Also habe ich Rechenschaft gegeben, warum ich in gegenwärtiger Tabelle den Kubikfuß zu 72 ℔ Berlinergewichte angesetzt habe. Es folget die Tabelle.

Tabelle,

die Geschwindigkeit und den Stoß des Wassers nach dem Parisermaaße und Gewichte zu bestimmen.

Geschwindigkeit in einer Sekunde.		Höhe der Wassersäule oder das Gefäll, welches diese Geschwindigket hervorbringt.			Stoß auf einen Quadratfuß. ℔.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
—′	1″	—′	—″	$\frac{1}{10}$‴	$\frac{4}{495}$
—	$1\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{3}{80}$	$\frac{1}{55}$
—	2	—	—	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{31}$
—	$2\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{20}$
—	3	—	—	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{14}$
—	$3\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{12}$
—	4	—	—	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
—	$4\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$
—	5	—	—	$\frac{5}{12}$	$\frac{1}{5}$
—	$5\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
—	6	—	—	$\frac{7}{12}$	$\frac{2}{7}$

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
—	6½	—	—	⅔	1½
—	7	—	—	¾	1½ ⅔
—	7½	—	—	1½	1½ ¾
—	8	—	—	1	1½
—	8½	—	—	1⅙	1½ ⅔
—	9	—	—	1⅓	1½ ⅔
—	9½	—	—	1½	1½ ¾
—	10	—	—	1⅔	1½ ⅚
—	10½	—	—	1⅚	1½ 1½
—	11	—	—	2	1
—	11½	—	—	2⅙	1 ½
1	—	—	—	2⅓	1⅙
1	1	—	—	2¾	1⅓
1	2	—	—	3	1⅔
1	3	—	—	3¼	1½ ⅚
1	4	—	—	4⅓	2 ⅙
1	5	—	—	4¾	2⅓
1	6	—	—	5⅓	2 ⅚
1	7	—	—	6	2½ ½
1	8	—	—	6⅔	3 ½ ⅓
1	9	—	—	7⅓	3⅔
1	10	—	—	8	3½ ½
1	11	—	—	8¾	4⅔
2	—	—	—	9½	4⅔
2	1	—	—	10½	5 1½
2	2	—	—	11	5⅙
2	3	—	1	—	5¼ ⅓
2	4	—	1	1	6⅔
2	5	—	1	2	6⅚
2	6	—	1	3	7⅓ ⅓

Ge-

Geschwindigkeit.			Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.		Pfunde.
2′	7″	—′	1″	4‴		7 5/6
2	8	—	1	5		8 1/3
2	9	—	1	6		8 5/6
2	10	—	1	7		9 1 5/12
2	11	—	1	8		10
3	—	—	1	9		10 1/2
3	1	—	1	10		11 1/12
3	2	—	2	—		11 3/4
3	3	—	2	1		12 1/4 7/12
3	4	—	2	3		13
3	5	—	2	4		13 5/12
3	6	—	2	5		14 1/12
3	7	—	2	7		15 1/3 11/12
3	8	—	2	8		15 3/4
3	9	—	2	10		16 1/12
3	10	—	2	11		17 1/12
3	11	—	3	—		18
4	—	—	3	2		18 3/4
4	1	—	3	4		19 1/12
4	2	—	3	6		20 1/12
4	3	—	3	7		21 1/12
4	4	—	3	9		22
4	5	—	3	10		22 1/2 7/12
4	6	—	4	—		23 3/4
4	7	—	4	2		24 1/12 7/12
4	8	—	4	4		25 1/2
4	9	—	4	6		26 1/12 5/12
4	10	—	4	8		27 1/3
4	11	—	4	10		28 1/12 5/6
5	—	—	5	—		29 1/4

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
5′	1″	—′	5″	2‴	30¼
5	2	—	5	4	31¼
5	3	—	5	6	32¼
5	4	—	5	8	33$\frac{3}{10}$
5	5	—	5	10	34⅓
5	6	—	6	—	35$\frac{5}{12}$
5	7	—	6	3	36½
5	8	—	6	5	37$\frac{4}{7}$
5	9	—	6	7	38¾
5	10	—	6	10	39$\frac{5}{8}$
5	11	—	7	—	41
6	—	—	7	2	42$\frac{2}{7}$
6	1	—	7	5	43$\frac{1}{8}$
6	2	—	7	7	44½
6	3	—	7	10	45¾
6	4	—	8	—	47
6	5	—	8	3	48⅓
6	6	—	8	5	49$\frac{7}{15}$
6	7	—	8	8	50¾
6	8	—	8	11	52$\frac{1}{15}$
6	9	—	9	1	53$\frac{1}{7}$
6	10	—	9	4	54¾
6	11	—	9	7	56
7	—	—	9	10	57$\frac{9}{14}$
7	1	—	10	—	58¾
7	2	—	10	3	60⅛
7	3	—	10	6	61½
7	4	—	10	9	63
7	5	—	11	—	64$\frac{2}{7}$
7	6	—	11	3	65$\frac{6}{7}$

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
7′	7″	—′	11″	6‴	67½
7	8	—	11	9	68⅝
7	9	1	—	—	70¼
7	10	1	—	3	72
7	11	1	—	6	73⅜
8	—	1	—	9	74¾
8	1	1	1	—	76½
8	2	1	1	4	78 1½
8	3	1	1	7	79⅔
8	4	1	1	11	81¼
8	5	1	2	2	82¾
8	6	1	2	5	84½
8	7	1	2	9	86⅓
8	8	1	3	—	87½
8	9	1	3	4	89½
8	10	1	3	7	91⅓
8	11	1	3	11	93 1½
9	—	1	4	2	94⅔
9	1	1	4	6	96¾
9	2	1	4	10	98⅘
9	3	1	5	1	100⅙
9	4	1	5	5	102
9	5	1	5	9	104
9	6	1	6	—	105⅔
9	7	1	6	4	107½
9	8	1	6	8	109⅓
9	9	1	7	—	111⅔
9	10	1	7	4	113⅓
9	11	1	7	8	115⅚
10	—	1	8	—	117

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß. Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
10′ 1″	1′	8″	4‴	119
10 2	1	8	8	121
10 3	1	9	—	123
10 4	1	9	4	125
10 5	1	9	8	127
10 6	1	10	1	129
10 7	1	10	5	131 1/5
10 8	1	10	9	133 3/5
10 9	1	11	1	135 4/5
10 10	1	11	6	137 1/5
10 11	1	11	10	139 3/5
11 —	2	—	2	141 1/5
11 1	2	—	7	143 3/5
11 2	2	—	11	146
11 3	2	1	4	148 2/5
11 4	2	1	8	150 4/5
11 5	2	2	1	152 3/5
11 6	2	2	5	154 4/5
11 7	2	2	10	157
11 8	2	3	3	159 1/5
11 9	2	3	7	161 1/2
11 10	2	4	—	163 6/7
11 11	2	4	5	166 1/4
12 —	2	4	10	168 4/7
12 1	2	5	2	171 2/3
12 2	2	5	7	173 5/7
12 3	2	6	—	175 2/3
12 4	2	6	5	178
12 5	2	6	10	180 1/2
12 6	2	7	3	182 2/3

Geschwindigkeit.		Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
12′	7″	2″	7″	8‴	185
12	8	2	8	1	187
12	9	2	8	6	190
12	10	2	8	11	192
12	11	2	9	4	195
13	—	2	9	10	197
13	1	2	10	3	200
13	2	2	10	8	202
13	3	2	10	11	204
13	4	2	11	7	208
13	5	3	—	—	210
13	6	3	—	5	213
13	7	3	—	11	216
13	8	3	1	4	218
13	9	3	1	10	221
13	10	3	2	3	224
13	11′	3	2	9	226
14	—	3	3	2	229
14	1	3	3	8	232
14	2	3	4	2	235
14	3	3	4	7	237
14	4	3	5	1	240
14	5	3	5	7	243
14	6	3	6	1	246
14	7	3	6	6	249
14	8	3	7	—	251
14	9	3	7	6	254
14	10	3	8	—	257
14	11	3	8	6	260
15	—	3	9	—	263

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
15′	1″	3′	9″	6‴	266
15	2	3	10	—	269
15	3	3	10	6	272
15	4	3	11	—	275
15	5	3	11	6	278
15	6	4	—	1	281
15	7	4	—	7	284
15	8	4	1	1	287
15	9	4	1	7	290
15	10	4	2	2	293
15	11	4	2	8	296
15	—	4	3	2	299
16	1	4	3	9	302
16	2	4	4	3	306
16	3	4	4	10	309
16	4	4	5	4	312
16	5	4	5	11	315
16	6	4	6	5	318
16	7	4	7	—	322
16	8	4	7	7	325
16	9	4	8	1	328
16	10	4	8	8	331
16	11	4	9	3	335
17	—	4	9	10	338
17	1	4	10	4	341
17	2	4	10	11	345
17	3	4	11	6	348
17	4	5	—	1	351
17	5	5	—	8	355
17	6	5	1	3	358

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß. Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
17′ 7″	5′	1″	10‴	362
17 8	5	2	5	365
17 9	5	3	—	369
17 10	5	3	7	372
17 11	5	4	2	375
18 —	5	4	10	379
18 1	5	5	4	382
18 2	5	6	—	386
18 3	5	6	7	389
18 4	5	7	3	393
18 5	5	7	10	396
18 6	5	8	5	400
18 7	5	9	—	404
18 8	5	9	8	407
18 9	5	10	3	411
18 10	5	10	11	415
18 11	5	11	6	419
19 —	6	—	2	422
19 1	6	—	10	426
19 2	6	1	5	430
19 3	6	2	1	433
19 4	6	2	9	437
19 5	6	3	4	441
19 6	6	4	—	445
19 7	6	4	8	449
19 8	6	5	4	452
19 9	6	6	—	456
19 10	6	6	8	460
19 11	6	7	4	464
20 —	6	8	—	468

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
20′	1″	6′	8″	8‴	472
20	2	6	9	4	476
20	3	6	10	—	480
20	4	6	10	8	484
20	5	6	11	4	488
20	6	7	—	—	491
20	7	7	—	8	495
20	8	7	1	5	499
20	9	7	2	1	504
20	10	7	2	9	508
20	11	7	3	6	512
21	—	7	4	2	516
21	1	7	4	10	520
21	2	7	5	7	524
21	3	7	6	3	528
21	4	7	7	—	532
21	5	7	7	8	536
21	6	7	8	5	541
21	7	7	9	2	545
21	8	7	9	10	549
21	9	7	10	7	553
21	10	7	11	4	558
21	11	8	—	—	562
22	—	8	—	9	566
22	1	8	1	6	570
22	2	8	2	3	575
22	3	8	3	—	579
22	4	8	3	6	583
22	5	8	4	9	588
22	6	8	5	3	592

Geschwindigkeit.		Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
22′	7″	8′	6″	—‴	597
22	8	8	6	9	601
22	9	8	7	6	606
22	10	8	8	3	610
22	11	8	9	—	614
23	—	8	9	9	619
23	1	8	10	6	623
23	2	8	11	4	628
23	3	9	—	1	632
23	4	9	—	10	637
23	5	9	1	8	641
23	6	9	2	5	646
23	7	9	3	2	651
23	8	9	4	—	655
23	9	9	4	9	660
23	10	9	5	7	665
23	11	9	6	4	669
24	—	9	7	2	674
24	1	9	8	—	679
24	2	9	8	9	683
24	3	9	9	7	688
24	4	9	10	5	693
24	5	9	11	2	697
24	6	10	—	—	702
24	7	10	—	10	707
24	8	10	1	8	712
24	9	10	2	6	717
24	10	10	3	4	721
24	11	10	4	2	726
25	—	10	5	—	731

Geschwindigkeit.	Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
25′	1″	10′	5″	10‴	736
25	2	10	6	8	741
25	3	10	7	6	746
25	4	10	8	4	751
25	5	10	9	2	756
25	6	10	10	—	761
25	7	10	10	10	766
25	8	10	11	9	771
25	9	11	—	7	776
25	10	11	1	5	781
25	11	11	2	4	786
26	—	11	3	—	791
26	1	11	4	—	796
26	2	11	4	11	801
26	3	11	5	9	806
26	4	11	6	8	811
26	5	11	7	6	816
26	6	11	8	5	822
26	7	11	9	4	827
26	8	11	10	2	832
26	9	11	11	1	837
26	10	12	—	—	842
26	11	12	—	10	848
27	—	12	1	9	853
27	1	12	2	8	858
27	2	12	3	7	864
27	3	12	4	6	869
27	4	12	5	5	874
27	5	12	6	4	880
27	6	12	7	3	885

Geschwindigkeit.		Gefälle.			Stoß.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Linien.	Pfunde.
27′	7″	12′	8″	2‴	890
27	8	12	9	1	896
27	9	12	10	—	901
27	10	12	10	11	906
27	11	12	11	10	912
28	—	13	—	9	917
28	1	13	1	8	923
28	2	13	2	8	928
28	3	13	3	7	934
28	4	13	4	6	939
28	5	13	5	6	945
28	6	13	6	5	950
28	7	13	7	5	956
28	8	13	8	4	962
28	9	13	9	3	967
28	10	13	10	3	973
28	11	13	11	2	978
29	—	14	—	2	984
29	1	14	1	2	990
29	2	14	2	7	996
29	3	14	3	1	1001
29	4	14	4	1	1007
29	5	14	5	—	1013
29	6	14	6	—	1019
29	7	14	7	—	1024
29	8	14	8	—	1030
29	9	14	9	—	1036
29	10	14	10	—	1042
29	11	14	11	1	1048
30	—	15	—	—	1053

Steiler Wasserfall.

§. 59. Ehe ich den manigfaltigen Nutzen dieser Tabelle vor Augen lege, werde ich die Art und Weise zeigen müssen, wie man sich bey der Reduktion derselben auf andere Maaße und Gewichte zu verhalten habe. Diese Reduktion betrifft demnach theils das Maaß theils das Gewicht. In Ansehung beyder können nur folgende Aufgaben vorkommen.

1te Aufgabe. Es wird die Geschwindigkeit in einem andern als Pariser Maaße gegeben, man soll das dieser Geschwindigkeit zukommende Gefälle in eben denselben Maaße finden.

Auflösung. Reduziret das Maaß in Pariser, bemerket aus der Tabelle das in der zweyten Spalte dieser Geschwindigkeit zugeeignete Gefälle, dieses reduziret wieder in das Maaß, mit welchem ihr die Geschwindigkeit gemessen, so ist geschehen, was geschehen sollte. Z. E. Ein Strom lauft in einer Sekunde 5 Fuß fort nach rheinländischen Maaße, wie hoch wird sein Gefäll nach demselben rheinischen Fuße seyn?

Es verhält sich der Pariser Fuß zum rheinländischen, wie 144: 139, wenigstens kann man bey diesen Aufgaben völlig mit diesem Verhältnisse zufrieden seyn. Also 144: 139 = 5′ : 4′ 9″ 11‴, (weil die Reduktion nach der umgekehrten Regel de Tri berechnet wird, so muß daß erste Glied der Proportion nicht 139: 144, sondern 144: 139 gesetzt werden.) Dieser Geschwindigkeit 4′ 9″ 11‴, oder kürzer 4′ 10″ kommt das Gefälle 4′ 8‴ zu, welches wieder ins rheinländische Maaß verwandelt werden muß, indem man schliesset 139: 144 = 4″ 8‴ 4″ 10‴, so viel beträgt dieses Gefäll nach rheinländischen Maaße.

1te An-

1te Anmerkung. Wenn man sich einen Maaßstab von einigen Füßen verfertigen lässet, wo das Pariser Maaß neben dem rheinländischen abgestochen worden; so kann man der Reduktionsrechnung überhoben seyn, indem der Maaßstab durch den Augenschein die Maaße gegen einander vergleichet. Wie sich aber der rheinländische zum französischen Fuße verhalte, ist schon §, 15. angezeiget worden.

2te Aufgabe. Es wird das Gefäll im rheinischen Maaße gegeben, und die Geschwindigkeit, soll nach eben demselben gefunden werden. Z. E. das Gefälle = 6′ rheinisch, wie groß ist die Geschwindigkeit.

Auflösung. Reduziret das Maaß des Gefälls in Pariser Fuß, indem ihr schließet 144: 139 = 6′: 5′ 9″ 6‴. In der Tabelle kommt diesem Gefäll die Geschwindigkeit 18′ 8″ am nächsten. Welche wieder in rheinisches Maaß zu verwandeln sind. 139: 141 = 18′ 8″: 19′ 6″ der Geschwindigkeit im rheinischen Maaße.

3te Aufgabe. Aus dem gegebenen Gefälle, oder der demselben zukommenden Geschwindigkeit, den Stoß auf einen z. E. rheinländischen Quadratfuß zu bestimmen. Z. E. die Geschwindigkeit wäre 19′ 6″ rheinisch.

Auflösung. Reduziret das gegebene Maaß, in Pariser, indem ihr schließet 144: 139 = 19′ 6″: 18′ 8″ pariser Fuß.

Suchet in der Tabelle den dieser Geschwindigkeit zukommenden Stoß auf = 407 ℔, und schließet, wie sich verhält der Pariser Quadratfuß

fuß zum rheinländischen Quadratfuße, das ist 20736 : 19321 = 407 ℔ : 379 ℔ 7 Loth $\frac{5}{6}\frac{3}{7}\frac{4}{3}\frac{4}{8}$.

4te Aufgabe. Es wird der Stoß auf einen rheinländischen Quadratfuß gegeben z. E. 379 ℔ und man soll das Gefäll oder die Geschwindigkeit, welche zur Hervorbringung dieser Wirkung erforderlich ist, ausfündig machen.

Auflösung. Schließet 19321 : 20736 = 397 ℔ : 407 ℔ beynahe. Sollte nun die Geschwindigkeit gefunden werden; so meldet die Tabelle, daß dieser Stoß eine Geschwindigkeit von 18′ 8″ erfordere, welche wieder durch das Verhältniß 139 : 144 in rheinländisches Maaß zu verwandeln, und 19′ 4″ beträget. Oder soll das Gefäll gefunden werden: so reduziret das in der Tabelle dem Stoße zugeeignete Gefäll 5′ 9″ 8‴ in rheinländische Maaße.

§. 60. Der erste Nutzen, den also diese Tabelle anbietet, bestehet in einer baldigen Berechnung, wie viel der Strom Gewalt bey einer jeden gegebenen Geschwindigkeit gegen Mauren, Deiche und Schaufeln der Wasserräder ausübe. Zu welcher Aufgabe nichts weiter erfordert wird, als, dafern Maaß und Gewicht vom Pariser verschieden wäre, die Reduktion beyder, und Multiplizirung der herausgebrachten Zahlen mit dem Quadratmaaße der gegebenen Fläche. Eine Aufgabe von dieser Art würde folgender Gestalt

stalt lauten: Aus der gegebenen Geschwindigkeit des Flusses = 19′ 6″ rheinländisch in einer Sekunde und der gegebenen Fläche der Radschaufel = 4 □′ die Macht des Rades zu finden. Und also lautet die Auflösung: 1.) Reduziret nach §. 59. der 3ten Aufgabe die Geschwindigkeit zu Pariser und den Stoß zu rheinländischem Maaße; so bekommet ihr 379. ℔ 7 Loth. 2.) Diese multipliziret mit der Schaufelfläche allhier mit 4 □′, so gehet hervor 1561 ℔ 28 Loth als die Gewalt des Rades.

1te Anmerk. Eben so kann man finden, wie stark der Strom das Bret des Schützes gegen seine Griessäulen andränge, oder wie stark er sonst gegen eine Fläche, die ihm senkrecht entgegen stehet, stoße.

2te Anmerk. Wenn die Gewichte verschieden wären, so geschiehet diese Reduktion folgender Gestalt: z. E. man wollte wissen, wie viel ein Stoß nach 100 $\frac{2}{2}\frac{5}{7}$ ℔ Braunschweiger Gewicht betrage? Es verhält sich das Berliner Pfund zum Braunschweiger wie 7680 : 7663. Also schließet nach der umgekehrten Regel: 7663 : 7680 = 100$\frac{2}{2}\frac{5}{7}$: 101$\frac{1}{6}\frac{0}{8}\frac{3}{9}\frac{3}{6}\frac{3}{7}$. *)

*) Alle diese Aufgaben können durch nachstehende Formeln sehr bequem aufgelöst, und die Tabellen um die Geschwindigkeit und den Stoß des Wassers zu bestimmen, entbehrlich gemacht werden. Wenn man nämlich das wirkliche Gewicht eines Kubikfußes Wasser = p Pf., die Beschleunigung der Schwere, oder den Raum den ein Körper durch den freyen Fall in einer Sekunde zurücklegt = g Schuhe, die Geschwindig-

§. 61. Es wird gegeben die Höhe des Wasserstandes, man soll finden, wie schnell das Wasser

schwindigkeit = c Schuhe, das Gefälle = s Schuhe, und den Stoß = q Pfunde setzet; so ist

Gegeben	zu suchen	Gleichung
c	s	$= \frac{c^2}{4g}$ Fuß.
	q	$= \frac{c^2 p}{4g}$ Pfund.
s	c	$= \sqrt{4gs}$ Fuß.
	q	$= ps$ Pfund.
q	c	$= \sqrt{\frac{4gq}{p}}$ Fuß.
	s	$= \frac{p}{q}$ Fuß.

Für Paris ist p = 70 Pariser Pfund, und g = 15 Pariser Fuß.
Für Wien ist p = 57 Wiener Pfund, und g = $15\frac{1}{2}$ Wiener Fuß.
Für Berlin ist p = 65 Berliner Pfund, und g = $15\frac{3}{5}$ Rheinländische Fuß.

Sind nun diese Werthe für mehrere Orte bekannt, und ist noch über dieses, eines von den drey Stücken, entweder Geschwindigkeit, Gefälle, oder Stoß gegeben;

ser durch eine eröffnete Schütze hindurch fahren werde, im Falle das herausstürzende Wasser kein neues Gefäll des Gerinnes antrift, sondern sich horizontal fortbeweget.

Auflösung. 1) Zuförderst ist zu bemerken, daß man nicht den ganzen Wasserstand AB, sondern nur das Gefälle, oder den Unterschied des höhern und niedern Wasserstandes in Anschlag zu bringen habe. Z. E. AB = 9′ CB = 4′, so ist das Gefälle AC 5′. 2) Zu diesem Gefälle = 5′ suchet in der ersten Spalte die Geschwindigkeit auf, welche 17′ 4″ anmeldet. Wenn nun überdem das Wasserrad mit dem dritten Theile dieser Geschwindigkeit sich bewegen soll, um die möglichst größte Wirkung hervorzubringen: so dividiret diese Zahl mit 3, um den Bogen der Peripherie des Wasserrades zu entdecken, welcher in

ben; so kann man jederzeit, die beyden übrigen Stücke daraus finden. Für Wiener Maaß z. B. sey die Geschwindigkeit = c = 5 Fuß; so ist $s = \frac{c^2}{4g} = \frac{25}{4 \cdot 15\frac{1}{2}} = 4'' 8'''$ und $q = \frac{c^2 p}{40} = \frac{25 \cdot 57}{4 \cdot 51\frac{1}{2}} = 23$ Wiener Pfund beynahe; oder es sey das Gefälle = s = 1 6″ $8''' = 1\frac{5}{9}$; so ist $c = \sqrt{4g \cdot s} = \sqrt{4 \cdot 15\frac{1}{2} \cdot 1\frac{5}{9}} =$ 9′ 8″ und $q = ps = 57 \cdot 1\frac{5}{9} = 88\frac{2}{3}$ Pfund; oder endlich sey q = 59 Pfund; so ist $c = \sqrt{\frac{4gq}{p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15\frac{1}{2} \cdot 59}{57}} =$ 8′, und $s = \frac{p}{q} = \frac{57}{59} = 11'' 7'''$.

einer Sekunde vorbey streichen muß. Dieser wird allhier enthalten 5′ 9½″.

1te Anmerk. In diesem Falle bedarf es keiner Reduktion der Maaße. Denn wird die Höhe im Pariser Fuß gegeben, so ist auch so das Maaß der Geschwindigkeit beschaffen. Wiewohl, so oft es nicht auf Kleinigkeiten ankommt, man immer die Tabelle geradezu so brauchen kann, als ob sie nach rheinländischem Maaße kalkuliret worden, welches jede Probe sattsam zu Tage legen wird.

2te Anmerk. Eben so kann man erfahren, wie man in einem senkrechten Kanale, der seitwärts geöffnet worden, die Proportionalhöhe des Gefälls aufzusuchen habe, wo allemal die Geschwindigkeit durch das Gefälle bestimmt wird, wenn das Wasser im Gerinne sich horizontal fortschiebet. Wie man sich aber mit der mittlern Proportionalhöhe abzufinden habe, dafern das Wasser so fort von der Oeffnung in eine Tiefe herabstürzet, oder der Fluther ein neues Gefälle bekomme, wird erst künftig gezeiget werden können.

§. 62. Allein wenn das Rad sich mit dem dritten Theile dieser Geschwindigkeit bewegen soll; so wollte man noch wissen, wie viel Kraft ihm übrig bleibe, die es zur Gewältigung der Last anwendet.

Auflösung. 1) Die ganze Geschwindigkeit des Stroms war 17′ 4″, und daher nach der Tabelle seine Wirkung auf einen Quadratfuß 351 ℔. Es sey die Schaufelfläche = 10 □′, also würde das Rad, wenn es dieser Kraft gänzlich widerstehen sollte, eine Gewalt von 3510 ℔

Ge-

Gegenwirkung besitzen müssen. 2) Es gehet aber die Wirkung von 5′ 9½″ auf den Gang verloren. Mithin verwandelt das Rad die Kraft von 11′ 7″ Geschwindigkeit auf seiner Last. Diese Kraft beträgt nach der Tabelle 1570 ℔, nämlich in Ansehung der Schaufelfläche von 10 Fuß. Also ist dieses die Kraft des Gleichgewichts, wornach man die Maschine einzurichten hat.

§. 63. Endlich können Umstände sich ereignen, wo man zu wissen nöthig hat, wie viel Kubikfuß Wasser in einer Sekunde durch eine gegebene Oeffnung herausfließen werden.

Auflösung. 1) Betrifft diese Oeffnung den ganzen Strom, so multipliziret das Profil mit der gefundenen Geschwindigkeit. 2) Entstehet die Oeffnung durch den Zug des Geschützes; so messet das Gefälle, findet nach der Tabelle die dieser Höhe zukommende Geschwindigkeit, welche mit dem Profile der Oeffnung multiplizirt, den Kubikinhalt der Wasserverschwendung in einer Sekunde anzeiget, so durch 60 in Minuten verwandelt werden kann.

§. 64. Nachdem bisher untersucht worden, was der senkrechte Druck der Wassersäulen auf einer Horizontalfläche für Geschwindigkeiten hervorbringt, die Ströme aber auf schiefliegenden Flächen herabfliessen; so führet uns dieser Umstand gleichsam bey der Hand zu den Bewegungsgesetzen, nach welcher sich von schiefliegenden Flächen herabfallende Körper richten. Der erste Lehrsatz, den man sich bey dieser Materie zu bemerken hat, lautet folgender maaßen: Der Raum AD, den ein Körper auf der schiefen Fläche in einer bestimmten Zeit beschreibt, verhält sich zu Tab. I. Fig. 6.

dem

dem Raume AB, den ein Körper durch den senkrechten Fall in eben der Zeit zurücklegen würde, wie die Geschwindigkeit auf der schiefen Fläche zu der Geschwindigkeit des senkrechten Falles, die am Ende derselben Zeit entstanden.

Beweis. Die Geschwindigkeit eines auf schiefliegenden Flächen bewegten Körpers verhält sich überhaupt wie die Neigung der Fläche. Denn je kleiner der Neigungswinkel C ist, desto geringer ist die Geschwindigkeit: also ist AB der Sinus des Neigungswinkels = C das Maaß der Geschwindigkeit. Der senkrechte Fall würde alsdann den Sinustotus AC abgeben, der bey aller Veränderung des Nebenwinkels immer derselbe bleibet. Würde der Körper auf der schiefliegenden Fläche AC mit einer der Neigung gemäßen gleichförmigen Geschwindigkeit herabrollen, und auch mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit von A nach B fallen; so würde er in D anlangen, indem der senkrechtfallende B erreichet. Jedoch dergestalt, daß sich die Räume AD und AB gegenseitig verhielten, wie die verschiedenen Geschwindigkeiten, (denn sind die Zeiten einerley, so verhalten sich die zurückgelegten Räume wie die Geschwindigkeiten.) Nun aber verhalten sich die Geschwindigkeiten wie AB zu AC also wird AD zu AB in eben dem Verhältnisse stehen müssen. Das ist AD: AB = AB: AC.

Da nun nach §. 55 die Räume der gleichförmigen Geschwindigkeiten sich zu den sich accelerirenden verhalten, wie 2: 1, und 2 AD zu 2 AB sich nichts desto weniger verhält, wie AB: AC, welches letzte Verhältniß die gleichförmigen Geschwindigkeiten vorstellt: so ist es offenbar, daß auch

die

die Räume der accelerirten Geschwindigkeiten in gleicher Zeit sich ebenfalls verhalten, wie AB zu AC.

Zusatz. Wenn man aus B auf AC eine Perpendikularlinie errichtet, so verhält sich nach der Geometrie AD : AB = AB : AC. Es ist AB aber der Raum des senkrechten Fallens, mithin zeigt DB auf der Linie AC der Ort, wo der auf der schiefen Fläche herabrollende Körper sich aufhalten würde, wenn der andere von A bis B herabgestürzt wäre. Daher kann man durch diesen Perpendikel allemal den Ort auf der schiefen Fläche finden, wenn der Körper im Falle von A den Punkt B erreicht hat.

§. 65. Wenn ein Körper auf einer schiefen Fläche bis an die Horizontallinie CB herabgerollet, so wird er, ob er gleich später daselbst angekommen, dennoch dieselbe Geschwindigkeit erhalten, die ein anderer durch den senkrechten Fall von A bis B empfangen.

Beweis. Ziehet aus B auf AC die senkrechte Linie BD, so wird sie in D den Ort nachweisen, wo der auf der Fläche herabfahrende Körper befindlich ist, wenn A in B anlangt. Also verhält sich die Geschwindigkeit, die er in B erhält, zu der Geschwindigkeit, die er in D erhalten würde, wie AB:AD, oder, welches einerley ist, wie AC:AB. Tab. I. Fig. 6.

Ferner die Geschwindigkeit, die durch den Fall in AC entstehet, verhält sich zu der in D, wie $\sqrt{AC} : \sqrt{AD}$. Denn die Geschwindigkeiten sind in ratione subduplicata der Höhen, oder sie verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen. Da nun AC : AB = AB : AD, folglich AC : AD in ratione duplicata $AC : AD = AC^2 : AB^2$,

vermöge der geometrischen Progressionsregeln, da sich in proportione continua allemal das erste Glied zum vierten verhält, wie das Quadrat des ersten zum Quadrate des mittelsten, folglich $\sqrt{AC} : \sqrt{AD} = AC : AB$.

Vorhin verhielt sich die Geschwindigkeit in B zu der in $D = AC : AB$, jezt verhält sich die Geschwindigkeit in C zu der in D erlangten ebenfalls wie $AC : AB$. Folglich $B : D = C : D$. Nun aber ist $D = D$, so muß auch $B = C$. Folglich sind die in B und C erlangten Geschwindigkeiten einander gleich.

Tab. I. Fig. 7. 1ster Zusatz. Wenn daher ein Körper durch verschiedene schiefliegende Flächen a b, a c, a d auf eben der Horizontallinie b h herabfället, so sind die Geschwindigkeiten einander gleich, weil die Höhen b e, c f, d g einander gleich sind.

Tab. I. Fig. 8. 2ter Zusatz. Wenn also ein Canal von gleicher Weite eine schiefliegende Fläche d c vorstellet; so wird die Geschwindigkeit seines Wassers in allen Punkten, z. E. a b c so zunehmen, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen a f, b g, c h, und man kann sie finden, wenn man in der zweiten Spalte der Tabelle die Höhen a t, b g, c h aufsuchet, und die korrespondirenden Geschwindigkeiten bemerket.

3ter Zusatz. So wie diese Geschwindigkeiten wachsen, so nimmt die Höhe des Wassers in a b c ab, und der Kanal wird von Ort zu Ort seichter.

§. 66. Es giebt Ströme, die bey einem geringeren Gefäll gleichwohl schnelleres Wasser führen als andere, z. E. das Gefäll des Amazonenflusses in Amerika, ist nicht groß, und dennoch eilet er mit erstaunender Geschwindigkeit von den Andischen Gebirgen

birgen dem Weltmeere zu. Picard hat befunden, daß das Gefäll der Loire dreymal so groß sey, als der Seine, gleichwohl fließet die Seine noch einmal so schnell, als die Loire. Wie mag solches zugehen? Dieser ungemein scheinbare Widerspruch löset sich auf folgende Art auf: Ströme, die ein starkes Gefäll hin und wieder besitzen, aber bald ihre Richtung abändern oder serpentiren, können nicht so schnell werden, als diejenigen, die ein geringes Gefäll, ohne Krümmungen oder andere Hindernisse der Bewegung, desto länger fortsetzen. Z. E. D B sey das Gefäll der Loire, D F das Gefäll der Seine, so ist D F geringer als D B. In F wird auch die Seine wirklich langsamer fließen, als die Loire in B. Aber in B ändert sich das Gefäll der Loire und nimmt ab, hingegen die Seine setzet ihr Gefäll fort bis G. Ob nun zwar auf gleiche Länge G H = A B das Partialgefäll I G geringer ist als D B: so ist doch K G das ganze Gefäll größer geworden, und die Seine fliesset in G schneller als die Loire in B, weil G größer ist als D B §. 65. 2ten Zusatz. So gehet es mit dem Amazonenflusse, und eben so mit der Donau hin und wieder. Tab. I. Fig. 9

Zusatz. Also lässet sich diese Geschwindigkeit der Ströme aus dem hie oder da genommenen Gefäll, weil man nicht wissen kann, wo dasselbe anhebet und wo es aufhöret, nicht bestimmen. Hingegen bey kurzen Kanälen oder Anlegung der Wasserrinnen, kann man sich nach obiger Regel §. 65. völlig richten.

§. 67. Weil das Wasser im Parallelgerinne von Ort zu Ort wegen der zunehmenden Geschwindigkeit seichter wird, dieses aber unterschlächtigen Wasserrädern bey langen Gerinnen zuletzt den verdrießlichen

chen Umstand nach sich ziehet, daß das Wasser nicht die Schauffeln bedecket, so muß man auf ein Mittel denken, diesem Uebel vorzubeugen. Nun ist offenbar, daß solches geschehen könne, wenn man ein keilförmiges Gerinne ABCD vorrichtet; aber wie wird sich die Weite AB zu der in CD verhalten müssen, um diesen Endzweck zu erreichen?

Tab. II. Fig. 10.

Auflösung. Man wird ohne mein Erinnern einsehen, daß durch die Weite AB eben so viel Wasser eintreten müsse, als aus CD herausschießet, wenn das Wasser nicht von seiner Höhe, die es in AB besitzet, verlieren soll. Wir wollen das Volumen oder die Quantität Wasser, welche in einer gegebenen Zeit bey CD herausfließet = Q nennen. Und das Volumen, so unterdessen in AB eintritt = P. Es soll demnach Q und P einander gleich seyn. Woraus wird nun Q bestimmet werden müssen? Antwort: Theils aus der Weite des Profils CD = a, theils aus der Höhe des Wasserstandes DG = b, theils aus der Quadratwurzel des Gefälls, so der Strom, ehe er in das Gerinne eintritt besitzet $\sqrt{c}$, als die Ursache der Geschwindigkeit. Also $(ab)\sqrt{c} = Q$. Und woraus wird P bestimmt? Antwort: Theils durch die Höhe des Wasserstandes BE = d, theils durch das Gefälle EF = f und dessen Geschwindigkeit = $\sqrt{f}$, theils durch die Weite AB = x, weil ich sie finden soll. Also ist $Q = \sqrt{c}(ab)$ und $P = (d\sqrt{f})x$. Nun soll Q = P folglich

$$\sqrt{c}(ab) = (d\sqrt{f})x$$

———————— Folglich

$$\frac{\sqrt{c}(ab)}{d\sqrt{f}} = x = AB.$$ Fig. 10.

Man

Man mache einen Versuch: $c = 9'$, so ist $\sqrt{c} = 3'$, $a = 6'$, $b = 2'$, mithin $ab = 12$. und $\sqrt{c}.(ab) = 36 = Q$

Ferner $d = 1'$ und $f = 4'$, also $\sqrt{f} = 2$, folglich $(d\sqrt{f}) = 2$.

Folglich $\frac{\sqrt{c}\,(ab)}{(d\sqrt{f})} = 18 = x = AB$.

1ter Zusatz. Wenn $b = d$, so ist $x = \frac{(\sqrt{c})\,a}{\sqrt{f}} = 9'$

2ter Zusatz. Wenn man bey halb oder ganz oberschlächtigen Wasserrädern sich zugleich des Schlusses bedienen will, eine mehrere Geschwindigkeit und Uebermacht dem Rade zu ertheilen; so wird der Schutz am Ende des Gerinnes D C vorgerichtet, und das Wasser muß so häufig von dem Gerinne aufgefangen werden, daß es vor dem Schutze stauen und zugleich in die Schaufeln schräge hinein fahren könne. Mithin muß der Zufluß ergiebiger seyn, als der Abfluß, und daher das Gerinne noch um etwas mehr als A B erweitert werden. Diese Zugabe aber ist sehr willkührlich, und richtet sich nach den Umständen. Es ist eben derselbe Fall, als ob man fragte: Wie viel muß man Geld haben, wenn nach einer Ausgabe von hundert Thalern noch etwas übrig bleiben soll? die angemessenste Antwort würde diese seyn: Mehr als hundert.

§. 68. Wir gelangen endlich zu einer Aufgabe, die mit Recht zu den wichtigsten in der Strombaukunst gezählet wird, deren Nutzen eben nicht der Schifffahrt, wie es scheinen möchte, sondern vielmehr der Wasserrädern zu statten kommet. Wir wollen so fort zur Sache selbst schreiten. Es ist be-

Bayerische Staatsbibliothek München

reits oben angeführt worden, daß durch die Zusammenziehung der Stromengen das Wasser aufschwelle, so wie es im Gegentheil durch deren Erweiterung beschleunigt werde, und falle. Diese Unternehmung läuft auf einen ungewissen Erfolg hinaus, wofern man nicht zu berechnen weiß, wie viel die Zusammenziehung und Erweiterung der Ufer zum Steigen oder Fallen der Ströme beytrage.

§. 69. So lange man durch Vertiefung des Grundbettes einen Fluß erniedrigen kann, darf man nicht zu der Erweiterung der Ufer schreiten: sollte man auch mehr als eine Wassermühle in Schiff- oder Windmühle zu verwandeln sich genöthiget sehen: so lange man aber durch Zusammenziehung der Ufer einen zu seichten Strom erhöhen kann, darf man sich nicht an der Erhöhung der Fachbäume und des Strombettes vergreifen. Die Gründe liegen vor Augen. Erhöhet man das Strombette, so reizet man den Strom zum Austreten. Erweitert man die Ufer, so wird der Strom seichte. Hingegen bey Vertiefung des Grundbettes, und Einziehung der Ufer kann man seinen jedesmaligen Endzweck auf die leichteste Art ohne sonderlichen Schaden anzurichten, erreichen.

§. 70. Aber diese Aufgabe mit der genauesten Richtigkeit aufzulösen, ist eine Sache, die mehreren Schwierigkeiten unterworfen ist, als man bey dem ersten Anblicke vermuthen sollte, und ich werde ziemlich weit ausholen müssen, um das Ziel zu treffen. Ich sehe mich genöthiget eine Untersuchung voran zu schicken, durch welche die Wasserverschwendung oder Konsumtion eines Stromes bestimmet werden muß.

Auf-

Aufgabe. Ein Wehr, hinter welchem Wasser steht, welches frey herabstürzen kann, Fig. 13. bekäme einen parallelogrammatischen Ausschnitt A B C D. Zu finden, wie viel Wasser in einer gesetzten Zeit durch diese Oefnung herausstürzen werde. Tab. II. Fig. 13.

Auflösung. Quadriret den Flächeninhalt, hierauf multiplizirt denselben mit der mittlern Geschwindigkeit; so habt ihr, was ihr verlanget. Ich sage mit der mittlern Geschwindigkeit, den da bey C D das Wasser durch eine größere Wasserhöhe herausgedrücket wird, als nahe an der Oberfläche, so muß die Geschwindigkeit von Höhe zu Höhe abnehmen, und eine muß unter allen Zwischengeschwindigkeiten die mittlere seyn, nach welcher man kalkuliren kann. Nun aber fragt es sich, welche? Antwort: Beschreibet an der senkrechten Linie B D eine Parabel B G E. Es ist uns aus der Algebra bekannt, daß sich ihre Semiordinirten, z. E. F G und H I gegen einander verhalten, wie die Wurzeln ihrer Abscissen B F, B H. Also $\sqrt{BF} : \sqrt{BH} = FG : HI$. Da sich nun die Geschwindigkeiten gegen einander verhalten, wie die Wurzeln aus den Höhen der ihnen zukommenden Wassersäulen, so kann man die Abscissen als Gefälle und die Semiordinaten, als die ihnen zukommenden Geschwindigkeiten, ansehen.

Auch unterrichtet uns die Algebra, daß wir uns die Axe B D als eine in unendlich viele Theile zergliederte Linie vorstellen können, die eben so unendlich viel Semiordinaten veranlassen. Da haben wir denn eine unendliche Progression, deren erstes Glied o und deren letzteres die Semiordinate D E abgiebt. Diese Progression zu summiren, heißet so viel, als die Parabelfläche D B E quadriren. Hier kommt uns nun wieder die Algebra zu Hilfe und

zeiget uns, daß solches geschehen müsse durch Multiplizirung der Abscisse BD mit $\frac{2}{3}$ der Semiordinate DE. Um kurz zu seyn, so mag BD = a und DE = b seyn.

Die Summe aller Semiordinaten, oder aller Geschwindigkeiten, oder aller Quadratwurzeln aller Abscissen a ist demnach gleich $a \times \frac{2}{3} b$.

Damit aber können wir noch nicht zufrieden seyn: wir wollen unter allen Geschwindigkeiten von b an bis o die mittlere Geschwindigkeit heraussuchen, und wie werden wir sie finden? In einer geometrischen Proportion ist das Produkt der beyden äußersten Glieder dem Produkte der beyden mittlern gleich. Wir können also $a \times \frac{2}{3} b$ auch als das Produkt der beyden innern annehmen. Folglich muß die mittlere Geschwindigkeit von der Art seyn, daß sie multpliziret mit derjenigen Größe, so die Anzahl der Geschwindigkeit ausdrücket, ein Produkt hervorbringet, dem die Summe aller Geschwindigkeiten gleich ist. Die Summe aller Geschwindigkeiten war $a \times \frac{2}{3} b$. Wir können sie also als ein Produkt aus a derjenigen Größe ansehen, welche die Anzahl aller Geschwindigkeiten bestimmet, und alsdann ist $\frac{2}{3} b$ die mittlere Geschwindigkeit selbst.

Diese Größe $\frac{2}{3} b$ können wir, so wie sie jetzt aussiehet, nicht wohl brauchen, wir wollen sie zergliedern: b entstehet aus $\sqrt{a}$, folglich muß $\frac{2}{3} b$ aus $\frac{2}{3} \sqrt{a}$ hervorgebracht werden, sintemal die Geschwindigkeiten in ratione der Qudratwurzeln aus den Höhen stehen. Nun können wir schließen $\sqrt{a} : b = \frac{2}{3} \sqrt{a} : \frac{2}{3} b$. Aber wir wollen nicht die Quadratwurzel wissen, sondern die Höhe selbst, welche die mittlere Geschwindigkeit hervorbringet. Erhebet demnach $\frac{2}{3} \sqrt{a}$ zur zwoten Potenz; so habet ihr $\frac{4}{3} a$. Nun

haben

haben wir gewonnen. Theilet die Seitenlinie B D Tab. in 9 gleiche Theile, deren 4 von B angerechnet also II. B F ist, das der mittlern Geschwindigkeit zukommende Fig. Gefäll, welches in der Tabelle die mittlere Geschwin- 13. digkeit auf der ersten Spalte nachweiset.

Regel: Die Quantität des Wasserausgusses zu finden, wenn das Wasser ungehindert durch ein parallelogrammatisches Profil herausstürzet: Mes. set die Höhe B D, so wird $\frac{4}{9}$ von B D das Gefälle der mittlern Geschwindigkeit. Diese suchet auf in der Tabelle, multipliziret damit das Profil ABCD, so ist der Ausguß in einer Sekunde berechnet.

Zusatz. Weil $\frac{4}{9}$ Höhe die mittlere Geschwindigkeit $= \frac{2}{3}$ bestimmet, so können wir diese Aufgabe auch so auflösen: Multipliziret das ganze Parallelogramm mit der größten Geschwindigkeit, oder mit der Geschwindigkeit des ganzen Gefälls, und dividiret dieses Faktum mit $\frac{2}{3}$, so ist die Quantität des Ausgusses berichtiget.

§. 71. Ich habe vorhin besorget, dieses Unternehmen werde uns in mathematische Weitläuftigkeiten verwickeln, und dieses wird nur gar zu wahr. Denn der Strom ist mit uns noch lange nicht zufrieden. Selten bey Flüssen, öfterer bey kleinen Bächlein, bey Freyarchen oder bey Grotten mögen solche Oefnungen vorkommen: aber der meisten Ströme ihr Profil ist ein gestürzter Triangel, dessen Spitze in der Stromtiefe und Grundlinie in der Oberfläche des Flusses befindlich ist; es ist wenigstens leicht möglich, die Stromprofile darauf zu reduziren. Nun müssen wir zwar bey dem Bestimmungsmaße der mittlern Proportionalhöhe bleiben, allein in dem Triangel A B D Fig. 11. kommt ein ganz anderer Ausguß zum Vorschein, als in dem Profil A B C D Fig.

13. Wir können also nicht, wie vorhin, verfahren und sagen: der Triangel ist die Hälfte seines Parallelogrammes: also. — Diesen Schluß würde die Erfahrung nur gar zu überzeugend widerlegen. Welches auch schon daraus erhellet, wenn man den Triangel umkehrt, und die Grundlinie unten, und die Spitze oben bringen würde. Wer wird sich nur einen Augenblick lang vorstellen können, daß aus letzterem Triangel nicht mehr Wasser herabfließen würde, als aus dem erstern. Wir müssen uns auf was besseres besinnen. Wir können schließen: DB : AB
Tab. II. = DG : GC. Es sey DB = c, AB = b und BG,
Fig. II. die Abscisse = x, so ist DG = c — x. So lautet unsre Proportion demnach folgender Gestalt: c : b = c — x : GC = $\frac{b\,(c-x)}{c}$ oder wenn wir b (c—x) wirklich multipliziren $\frac{b\,c - b\,x}{c}$

Ferner da x die Abscisse der Parabel BFE vorstellet, so sey ihre Semiordinate GF = y der Parameter aber = p.

Ferner BG = x und also dessen Differenziale = dx. In einer Parabel ist das Produkt aus dem Parameter p in die Abscisse x gleich dem Quadrate ihrer Semiordinate, das ist: $p\,x = y^2$ oder $p^{1:2}\,x^{1:2} = y$. Dannenher ist $y\,dx = p^{1:2}\,x^{1:2}\,dx$. Nun sollten wir $\frac{b\,c - b\,x}{c}$ durch $y\,dx$ multipliziren, um das Differenzialelement des Wasserkörpers, der durch die Triangelöfnung herausstürzet, zu finden; anstatt x aber können wir einführen $p^{1:2}x^{1:2}dx$. Multipliziren wir denn $\frac{b\,c - b\,x}{c}$ durch $p^{1:2}x^{1:2}\,dx$, so bekommen wir $b\,p^{1:2}x^{1:2}\,dx - b\,x\,p^{1:2}x^{1:2}\,dx$,

dessen Integrale $= 2bp^{1:2}x^{1:2} - \frac{2bp^{1:2}x^{2:5}}{5c}$

Ausdrücke, die einerley Sache bedeuten, können wir für einander in die Stelle setzen, wie es unsere Bedürfnisse erfodern. Anjetzt wollen wir anstatt $p^{1:2}x^{1:2}$ die Größe y substituiren, alsdann bekommen wir den Satz $\frac{2byx}{3} - \frac{2byx^2}{5c}$. Wenn nun $x = c$ und $y = a$, so verwandelt sich wieder dieser Ausdruck in $\frac{2abc}{3} - \frac{2abc}{5}$. Wir sind noch nicht damit zufrieden, wir können diese Brüche wirklich von einander abziehen, und sodann in einen verwandeln; so haben wir was wir haben wollen, nämlich: $\frac{4abc}{15}$. Da abc ein Parallelepipedum vorstellet, dessen Profil dem parallelogrammatischen Oeffnungsausschnitt, und dessen Länge der aus der Höhe oder Gefälle DB entstandenen grösten Geschwindigkeit gleich ist: so ist der durch die Diagonallinie dieses Parallelograms AD entstandene gestürzte Triangel ABD in Ansehung seines Ausgusses $\frac{4}{15}$ jenes Parallelepipedums.

§. 72. Manche Profile sehen wie gestürzte Trapezia aus, und diese zu berechnen ist leicht. Denn dieses Trapezium bestehet aus einem Parallelogramm KLMN und zweenen gestürzten Triangeln HMK und NIL, welche letztern wir durch die Addition in einen verwandeln können. Der Ausguß von MNKL würde herauskommen, wenn dieses Profil $= P$ mit $\frac{2}{3}$ der grösten Geschwindigkeit $= \sqrt{}$ der Höhe NL multipliziret wird, oder wenn $\frac{2}{3}$ vom Profile mit der grösten Geschwindigkeit multipliziret wird; sintemal $P(\frac{2}{3}\sqrt{})$ und $\frac{2}{3}P\sqrt{}$ ei- Tab. II. Fig. 12.

einerley Faktum geben. Der Wasserausguß der Summe der beyden Triangel wird bestimmt, wenn $\frac{4}{5}$ P als den flachen Inhalt derer ihnen zukommenden Parallelogrammen, mit ✓ als der größten Geschwindigkeit multiplizirt werden, addiret diese beyden Produkte, so habt ihr den ganzen Wasserausguß des Trapezii in einer Sekunde.

Zugabe. Wir können alle drey Lehrsätze in einen allgemeinen Hauptsatz zusammenziehen, der also lautet: Wenn ein parallelogrammatisches Profil mit der seiner ganzen Höhe oder Gefäll zukommenden Geschwindigkeit multipliziret wird; so entstehet ein Parallelepipedum, davon ist der Ausguß des Parallelogramms $\frac{2}{3}$, der Ausguß des durch seine Diagonallinie entstandenen gestürzten Triangels $\frac{4}{5}$, und der Ausguß des Trapeziums, insofern es ein Parallelogramm enthält, $\frac{2}{3}$, und insofern es die Summe zweener gestürzter Triangel in sich schließet, $\frac{4}{5}$.

§. 73. Man sollte denken, daß dieses hinreichend wäre den Wasserausguß eines jeden Stromprofils zu berechnen, und es würde auch also seyn, wenn der Strom unterhalb des Profils wie das Wasser eines oberschlächtigen Mühlengerinnes sich in eine Tiefe herab stürzte. dieses verhält sich aber bey Strömen ganz anders, selbige fließen in ihrem Kanale wie auf einer schiefen Fläche fort, und wir dürfen nicht bey der Geschwindigkeitsbestimmung die Stromtiefe in Anschlag bringen, sondern eine ganz andere Höhe. Man denke nur nach, was würde herauskommen, wenn man einen 15 Fuß tiefen Strom noch um 3 Fuß erhöhen und die dadurch vermehrte Geschwindigkeit nach der Perpendikularlinie des Profils 18′ ausrechnen

nen wollte? Zwar der neue Aufsatz von Wasser ist völlig zu betrachten als Wasser, das abschüssig wegfließet, nur der vorige Strom hat nicht seine Tiefe, sondern sein Gefälle zur Höhe, die seine Geschwindigkeit verursachet. Wenn nun künftig mit der neuen Geschwindigkeit in das Profil hinein dividiret werden soll; so sehen wir uns genöthiget, die gesammte Höhe theils aus dem Gefäll, theils aus der erlangten neuen Erhöhung zusammenzusetzen.

§. 74. Alle bey diesem Vorhaben vorkommende Aufgaben lassen sich füglich auf folgende drey zurücke führen, welche die Stauung des Stroms zum Endzwecke haben. Woraus wir dann das Verfahren bey Erniedrigung des Wassers folgern können. Damit man auch die große Verschiedenheit des Produkts gegen einander halten kann; so sollen beständig einerley Hauptdata angenommen werden.

§. 75. Hier ist die erste Aufgabe: Wie weit muß ein Einbau in den Strom hinein geführet werden, dessen Profil parallelogrammatisch ist, wenn er z. E. zwey Fuß höher Wasser führen soll, als er bey niedrigem Stande besitzet? Tab. III. Fig. 18.

Auflösung. Es sey die Breite des Stroms AB=100′, die Tiefe GH=3′ die observirte Geschwindigkeit=1′ 7″. Tab. III. Fig. 15.

1) Berechnet den Quadratinhalt des ganzen Profils=100′×3′=300□′, welches Profil mit 1′ 7″ zu multipliziren, um den körperlichen Inhalt des Ausgusses zu bestimmen=475′ in jeder Sekunde.

2) Suchet in der Tabelle das der observirten Geschwindigkeit zukommende Gefäll auf $=\frac{1}{2}$″ und

addiret die verlangte mehrere Höhe des Stroms $= 2'$. Also beträget das künftige Gefäll $2' \frac{1}{2}''$ dem in der Tabelle eine Geschwindigkeit $= 11' 2''$ zugestanden wird.

3) Mit dieser größten Geschwindigkeit dividiret in den Wasserausguß 475″, wodurch ihr $\frac{2}{3}$ desjenigen Profils, nämlich 43 □′, erlanget, welches der Strom haben muß, wenn er um zween Fuß sich erheben soll §: 70. Wenn dasselbe mit $\frac{3}{2}$ multiplizirt worden, so gehet daß gesammte neue Profil hervor $= 64\frac{1}{2}$ □′.

4) Nachdem zu der vorigen Tiefe $= 3'$ die neue Zugabe $= 2'$ addiret worden $= 5'$, so dividiret durch diese Höhe das neue Profil $= 64\frac{1}{2}$ □′, um seine Breite CD $= 12\frac{9}{10}'$ zu bestimmen.

5) Nunmehr ist es gleichgiltig, wo ihr diese Oeffnung auf der vorigen Strombreite hin verlanget. Genug, wenn der Strom irgendwo eine Oeffnung von $12\frac{9}{10}''$ Breite und 5 Fuß Tiefe erhält, alles übrige bauet zu.

1ter Zusatz. Man hat bey Verlegung dieser Oeffnung dahin zu sehen, daß die Strombahn so viel möglich eine gerade Richtung bekomme, damit der Strom nicht zum Serpentiren genöthiget werde.

2ter Zusatz. Man sieht, wie viel es auf sich habe, einen Strom durch Einbau zu erhöhen. Zwar den Wasserrädern kömmt dieses Vornehmen gar sehr zu statten, als welche von der Geschwindigkeit des Flußes profitiren, aber die Schiffe, ob sie gleich mehr Wasser unter sich bekommen, haben gleichwohl gar sehr gegen den schnellen Strom zu kämpfen.

3ter Zusatz. $\frac{2}{3}$ von der größten Geschwindigkeit giebt die mittlere §. 70, welche bey diesem Falle 7′ 4″ beträgt. Dieses ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Strom durch das neue Profil in einer Sekunde fortschießt. Wie viel Arbeit wird erfodert werden, ein Schiff durch diese Passage hindurch zu bringen!

§. 76. Es folget die zwote Aufgabe. Ein Strom, dessen Profil ABD einen gestürzten Triangel vorstellt, soll um 1 Fuß erhöhet werden. Tab. III. Fig. 16.

Auflösung. Die Linie AB sey 100′, die Tiefe CD=3′, die observirte Geschwindigkeit in 1 Sekunde =1′ 7″, also deren Gefälle=$\frac{1}{2}$″ oder 6‴.

1) Berechnet das Profil 150 □′, da wir noch nicht gezeiget haben, wie eine observirte ungleiche Geschwindigkeit zu berichtigen sey; so wollen wir annehmen, dieselbe sey in allen Punkten des Profils gleich =1′ 7″. Wenn das Profil mit dieser Geschwindigkeit multiplizirt worden; so bekommen wir ein Produkt =237$\frac{1}{2}$′ als den körperlichen Ausguß in einer Sekunde.

2) Dividiret in denselbigen mit der Geschwindigkeit des Gefälles 1′ $\frac{1}{2}$″, welches entsteht, wenn man zu dem observirten Gefälle die erlangte Erhöhnng des Wassers addirt. Die Geschwindigkeit dieses Gefälls beträgt nach der Tabelle =7′ 11″, und damit in 237$\frac{1}{2}$′ dividirt, giebt den Quotienten 30 □′.

3) Dieser Quotient ist $\frac{4}{5}$ nach §. 71 von demjenigen Rektangel oder Parallelogramm, dessen Diagonallinie einen gestürzten Triangel formirt von der Beschaffenheit, dem verlangten oder 2375′

gleich

gleich kömmt. Schließet daher 4: 15 = 30 □′: 112½ □′.

4) Wenn nun mit der künftigen Stromtiefe = 4′ in 112½ □′ dividirt wird; so entsteht die Linie EF = 28⅛.

5) Errichtet aus D einen Perpendikel DC bis zur künftigen Wasserpaßlinie AB, tragt die Hälfte von 28⅛ aus C in E und F. Von diesen Theilungspunkten fället Perpendikellinien nach G und H, so ist das Rektangulum EFGH das Profil der Oeffnung, in welche der Strom 4 Fuß hoch Wasser halten wird. Alles übrige AEG und FH bis ans Ende des übrigen Profils kann zugebauet werden.

Anmerkung. Es ist zwar EFGH nicht das völlige Parallelogramm, so ihr gefunden, wie solches die punktirte Linie nachweiset; aber der Strom wird das übrige, so noch fehlet, bald fortschaffen.

Tab. III. Fig. 17. §. 77. Die dritte Aufgabe trifft das Verhalten bey einen Profile, welches die Gestalt eines Trapezii angenommen. AB = 100′ CD = 54, die verlangte mehrere Höhe 1′ und die Tiefe des Profils = 3′ die observirte Geschwindigkeit = 1′ 7″.

Auflösung. 1) Findet die Fläche des Trapezium, wie gewöhnlich; die mittlere Proportionallinie wird seyn 77′, diese mit der Tiefe 3′ multiplizirt, giebt 231 □′ muliplizirt widerum damit die observirte Geschwindigkeit = 1′ 7″, so habt ihr das Parallelopipedum des Ausgusses berichtiget 1 = 365¾′.

2) Dividiret in dieses Parallelopipedum oder Ausguß mit derjenigen Geschwindigkeit, so nach §. 76 der Höhe 1′½″ zukommt = 7′ 11″, damit

ihr

ihr $\frac{2}{3}$ des künftigen Oeffnungsprofils bekommt $46\frac{1}{2}\frac{2}{5}$ □′, welches im Ganzen $69\frac{1}{2}$ □′ beträget.

3) Die künftige gesammte Tiefe ist 4′, wird damit $69\frac{1}{3}$ □′ dividirt; so kömmt die Länge des Oeffnungsprofils zum Vorschein=$17\frac{1}{4}$′, die man hintragen kann, wo man will, z. E. in EF. Alles übrige wird zugebauet.

Zusatz. Es wäre leicht diese Sätze umzukehren und zu zeigen, wie man die Erweiterung der Ufer zu kalkuliren habe, einen gar zu hohen Strom zu erniedrigen; da aber die folgenden Stromengen dieses Vorhaben nur gar zu oft vereiteln, und man durch Kanäle noch sicherer zum Zwecke gelangen kann, so wollen wir es bey der bisher gehabten Mühe bewenden lassen.

§. 78. Hier begegnet uns noch eine Aufgabe, die wichtig genug ist, daß wir sie besonders untersuchen. Es soll über einen Strom eine Brücke gebauet werden, nothwendig wird dadurch der Strom geschmälert, besonders wenn man sie, wie gewöhnlich, um Brückenpfeiler zu sparen, über eine Stromenge führet; indessen sollte nun dieses so seyn, man wünschte aber zu wissen, wie hoch der Strom dadurch werde aufgeschwellet und seine Geschwindigkeit vermehret werden.

Auflösung. 1) Berechnet das Stromprofil und seinen Einguß nach den bisher ausgearbeiteten Aufgaben. Gesetzt dieses Parallelopipedum betrage 3000^{c}′ in einer Sekunde, und das Profil 3000 □′.

2) Summiret die Dicke der Brückenpfeiler, deren wären z. E. 6′ und jeder 8′ breit, und stünde 6 Fuß tief im Wasser, alsdenn betrüge ihre Summe 288 □′.

3) Ziehet diese Fläche vom Profile ab, so restiret 2712□′.

4) Dividiret damit in das Parallelopipedum des Ausgusses 3000″, so habt ihr nach §. 70 die mittlere Geschwindigkeit = 1′ 1½″, mit welcher der Strom künftig unter der Brücke wegfahren wird, gefunden.

Zusatz. Wenn es nöthig ist, so kann man nach den vorhergehenden Aufgaben auch die Aufschwellung des Stroms bestimmen. Da nun ein Schiff gegen diese Geschwindigkeit noch gar wohl fortkommen kann; so ist der Brückenbau nicht nachtheilig. Hingegen würde sie über 6 Fuß betragen, so muß man den Brückenbau widerrathen.

Das vierte Kapitel.

Von der Gewalt des Wassers.

§. 79.

Was hat ein Wasserbaumeister mehr zu befürchten? wogegen hat er sich mehr zu rüsten? Und was kommt ihm, wenn er weise ist, mehr zu statten, als die Gewalt des Wassers? durch welche wir diejenigen Kräfte verstehen, mit welchen dieses Element in andere besondern feste Körper wirket. Der Strom ist des Hydrotechnikers beydes sein Feind und sein Vasall, der nur unter gewissen Umständen ihm mit seiner Macht zu Hilfe kommt. Sein Feind, wenn er die Ufer einreis-

set,

set, die Wasserwerke zerstöret, die Deiche wegspühlt, Wiesen und Felder verwüstet und versandet. Sein mächtiger Freund, der Kanäle aushölet, Strombahnen nach seinem Willkühr verändert, Inseln wegführet, Sandhügel in Wiesen verwandelt, nutzbare Eroberungen von Viehweiden und Holzungen an seine Ufer anhängt, und dadurch seine Gränzen erweitert, Mühlen und Wasserkünste treibet, belastete Schiffe von einer Provinz zur andern führet, der so treu ist, daß er ihm so gar, wenn er boshaft genug ist, seine Nachbarn zu befehden, ihm beysteht, die Gränzen zu verrücken, und ihre Ländereyen nicht nur wegzunehmen, sondern so gar zu vernichten.

§. 80. Dieses alles vermag das Wasser, das entsetzliche Element, durch dessen Wuth schon einmal eine ganze Welt voll ungläubiger Religionsspötter verschlungen, und in die innersten Grotten der Erdkugel verscharret worden. Elemente wirken durch unsichtbare Kräfte, die in geringern Theilen Kleinigkeiten zu seyn scheinen, und im Ganzen unüberwindlich sind. Druck und Stoß sind die beyden Kräfte, wodurch das Wasser dieses alles ausrichtet, so vieles Unheil und so vielen Segen über die Länder verbreitet. Jener rühret von der Schwere her, und dieser entsprießet aus der Bewegung, und ist eine Kraft, die erst entsteht, wenn das Wasser in Bewegung geräth, und bald der Bewegung Tochter, bald ihre Mutter ist. Wir wollen vom Drucke zuerst handeln.

§. 81. Wasser ist ein schwerer Körper, der durch seine Flüssigkeit alle Gestalten der Höhlung desjenigen Gefäßes annimmt, in welchem er sich befindet, und, dafern er durch nichts gehindert

wird,

wird, jedesmal eine horizontale Oberfläche sich selbst giebt. Ein solcher Körper druckt mit seiner Schwere auf alles, worauf er ruht. Da nun die Schwere eine Kraft ist, die alle zu unserer Erdkugel gehörigen Körper nach dem Mittelpunkte hintreibet, so ist die Direktionslinie allemal ein Theil eines Radii der Erdkugel.

§. 82. Der Druck ist also eine Kraft, die niemals anders als nach einer senkrechten Linie ihre Richtung nehmen kann. Die Stärke dieser Kraft hanget theils von der eigenthümlichen Schwere des flüssigen Körpers, theils von der Höhe des Standes ab. Ist nun ein flüssiger Körper durchaus gleich schwer, so ist die Höhe des Wasserstandes das erste Maaß des Druckes, und das zweyte Bestimmungsmaaß ist die Größe der Fläche, auf welcher der flüßige ruht. Folglich ist der Bodendruck ein Produkt der Fläche des Bodens in die Höhe des Wasserstandes.

Tab. IV. Fig. 21. §. 83. So faßlich auch dieses ist, so finden sich gleichwohl Fälle, wo die Anwendung dieser Regel Bedenklichkeiten verursachet. Der Fall Fig. 21. ist bald zu entscheiden. In dem Gefäß BGHEDC stehen alle Wände vertikal. Wenn nun die Bodenfläche mit der Höhe multiplizirt wird, so empfängt man ganz offenbar den körperlichen Inhalt des Wasserkörpers, dessen Druck seiner Schwere gleich ist. Hieraus fließet die Regel: bey vertikalen Seitenwänden ist der Bodendruck jederzeit der ganzen Schwere des in dem Gefäße befindlichen Wassers gleich.

Fig. 22. §. 84. Mit dem Gefäße, Fig. 22. verhält es sich anders. CD ist der Boden, und CE die Höhe. Da nun nicht mehr Wasser auf den Bo-

den

den drucken kann, als ihn berühret: so ist die Schwere des prismatischen oder cylindrischen Wasserkörpers, der zwischen den Linien ECFD eingeschlossen ist, die Last, so den Boden drücket. In Gefäßen von dieser Art ist der Bodendruck geringer, als die Schwere des beherbergten Wassers. Hingegen der pyramidalische Ring, dessen Profil durch den Triangel AEC und FBD angedeutet worden, bestimmt den Druck, der auf der auslaufenden Seitenwand ruhet.

§. 85. Besonders ist der Bodendruck in einem Gefäße merkwürdig, das oberwärts zusammenlaufende Wände besitzt. Dieser Druck ist zwar gleichfalls der Schwere eines Wasserkörpers gleich, der den Boden zur Grundfläche und den Wasserstand zur Höhe hat. Also ist DCEH desselben Profil. Allein der Bodendruck ist allemal mächtiger, als das Gewicht des in dem Gefäße selbst enthaltenen Wassers. Es kann hiervon der Beweis zwar jetzt noch nicht, wohl aber in einem der nächsten Paragraphen geführet werden. Fig 23.

§. 86 Wie aber, wenn der Druck des Wassers auf eine schräge Fläche auszurechnen wäre? Dieses kann auf eine zweyfache Art geschehen. Tab. IV. Fig. 24.

1. Berechnet den kubischen Inhalt eines Gefäßes, davon ABCF der Profil ist, oder nehmet BF = AC zur Grundfläche an, multiplizirets mit der ganzen Höhe AB, dividiret den gefundenen Körper durch 2, und alsdann schließet: 1 Kubikfuß oder Zoll ist schwer so und so viel, wie viel wiegt der ganze Wasserkörper? Denn jedes Dreyeck ist die Hälfte von seinem Parallelogram so mit ihm gleiche Grundlinien und Höhe hat.

2. Oder da der Triangel nach geometrischen Grundsätzen gleichfalls berechnet wird, wenn die Basis mit der halben Höhe multipliziret worden; so kommt der Druck des Wassers zum Vorschein, wenn die Grundfläche AC=BF mit der halben Höhe AB multiplizirt, und die Schwere eines solchen Wasserkörpers gefunden wird.

1ter Zusatz. Es ist hier nur die Rede von parallelepipedalischen Gefässen; sind diese aber konisch; so wird in der Geometrie gelehrt, wie dieselben gleichfalls berechnet werden können.

Fig. 24. 2ter Zusatz. Wenn die Boden eines Parallelepipedum einerley Höhe haben, wie BC und EC so verhalten sich die Bodendrucke, wie die Quadrate der Grundlinien AC und DC. Denn Flächen verhalten sich wie die Quadrate ihrer Grundlinien.

Tab. IV. Fig. 25. §. 87 Manche Gefäße haben krummlinigte Grund- und Seitenflächen, wie soll man in solchen Fällen verfahren? So schwer diese Arbeit bey dem ersten Anblicke zu seyn scheinet; so leicht ist sie, wenn man die Sache aus dem rechten Gesichtspunkte betrachtet. Denn kubiret den geometrischen Körper CEDF nicht anders, als wäre die Grundfläche EHF eine ebene Fläche, ziehet davon den hohlen Körper EHF ab, oder wenn die Fläche auswärts gewölbet wäre, so addiret diesen Körper: so habt ihr den Druck der gebogenen Grundfläche gefunden.

1ter Zusatz. Den senkrechten Druck auf gebogene schräge Wände kann man gleichfalls finden, wenn man sie als geradlinigte berechnet, und alsdann die Wölbung AGE abziehet, und wenn die Beugung auswärts befindlich sie hinzusetzet.

2ter

2ter Zusatz. Die Ursache dieses Verfahrens ist in der durch die Aus- oder Einbeugung veränderten Wasserhöhe zu suchen. Wird nämlich das bestimmende Maaß geändert, so ändert sich auch der körperliche Innhalt der zu messenden Dinge.

3ter Zusatz. Die Glashütten thun wohl, daß sie den gebrechlichen gläsernen Gefäßen einwärts gebogene Boden ertheilen.

§. 88. Diese Teorie des Bodendrucks kommt uns in Wasserbaue nur alsdenn zu statten, wenn allerhand Gerinne, Grundboden und Wasserhälter angelegt werden sollen, damit man wisse, wie man sie zu unterstützen habe, daß nicht der Druck den Boden verschiebe. Die Flüsse selbst werden ohne unsere Kunst für die Befestigung ihrer Grundbetten zu sorgen wissen.

§. 89. Endlich gelangen wir zu einem Drucke, der etwas außerordentliches an sich hat. Es ist der Druck, den eine gefülte Röhre CD dem in den Gefäße EHFG verschlossenen Wasser ertheilet. Einst ward von den Böttcher dergleichen verschlossenes Gefäß verfertiget, eine zehn Fuß hohe blecherne Röhre war dergestalt mit demselben verbunden, daß sie mit dem Gefäße Gemeinschaft hatte. Durch diese Röhre ward das Gefäß anfangs gefüllt, bis das in dem Dekel eingebohrte Loch die Luft herausfahren und Wasser herausfließen ließ, darauf das Loch mit einem Stöpsel zugeschlagen wurde. Endlich ward die Röhre GD mit einigen wenigen Kannen Wasser gefüllt. Dieses hatte die Wirkung, daß anfänglich das Wasser durch die Schweißlöcher des Holzes wie Staubregen hindurch fuhr, bald darauf sprang mit einem heftigen Knalle der Boden aus, Tab. IV. Fig. 26.

und das Wasser ward verschüttet. Woher entstand diese erstaunungswürdige Gewalt? Wir haben vorhin gesagt, daß die Bodenfläche mit der Höhe des Wasserstandes muliplizirt werden müsse. Geschieht dieses, so bestimmt der Körper ABFG den Druck gegen den untern Boden und der Körper ABEH den Druck gegen den Deckel, da frage man, wo die Kraft hergekommen, die das Gefäß zertrümmert hat. Gleichwohl scheint es seltsam genug zu seyn, daß eine so kleine Röhre CD diese Wirkung gehabt, als sie mit Wasser angefüllet worden. Man besinne sich aber, daß das Wasser nach der Hydrostatik mit vereinigten Kanälen von verschiedener Weite gleich hoch stehe. Würde solches nicht auch erfolgen, wenn ABFG ein mit Wasser angefüllter Kanal wäre? würde nicht das Wasser in der Röhre CD mit diesem geräumigen Kanale das Gleichgewicht halten? Denn ist die Röhre CD gleich enger; so ist doch die Geschwindigkeit des darinen enthaltenen Wassers desto größer, im Falle es aus dem grössern Kanale durch die enge Röhre herausgepreßt werden sollte. Hielte das Wasser im engen Röhrchen das Gleichgewichte, dafern beyde Kanäle gleich hoch und offen wären; so wird noch eben derselbe Gegendruck statt finden müssen, wenn gleich der weitere Kanal durch den Boden EH verschlossen und abgeschnitten worden. Doch was geben wir uns Mühe einen Beweis zu widerholen, der in allen Hydrostatiken zu lesen ist?

1ter Zusatz. In der 23sten Figur AEBH sind die Wände EA und BH von der Art, daß sie das

Wasser vom Steigen zurückhalten, mithin drückt dasselbe desto stärker auf den Boden EH. §. 85.

2ter Zusatz. Oft geschieht es bey Schleussen, daß die Spundpfähle eine Oeffnung bekommen, durch welche das äußere Wasser mit dem unter dem Boden befindlichen Grundwasser eine ungehinderte Gemeinschaft haben kann; alsdann so klein auch diese Oeffnung und Ritz seyn mag, wendet es eine ungeheure Gewalt an, den Boden der Schleusse in der Höhe zu sprengen. Eben dieses ist die Ursache, warum man die Schleussenkammer rings herum mit einer Wand von dicht ineinander geschlagenen Spundpfählen verwahret, damit das Wasser unter den Schleusenboden mit dem höher stehenden äußern keine Gemeinschaft haben solle.

§. 90. Dieses führet uns gerade zu hin den Druck des Wassers unter einer Bodenfläche AB zu untersuchen, wenn das Wasser hinter der Wand CB höher stehet. Nach der gegebenen allgemeinen Regel soll die Bodenfläche AB mit der Höhe CB multiplizirt, und die Schwere dieses Wasserkörpers gefunden werden, um sich von derjenigen Gewalt einen Begriff zu machen, mit welcher der Boden in die Höhe getrieben wird. Ein Versuch wird diesen Begriff noch mehr aufklären. Man nehme an: eine Schleussenkammer sey 20′ breit und 300′ lang; so enthält ihr Boden 6000□′. Nun stünde das Wasser vor dem obern Schleussenthore 5′, so schließet der drückende Wasserkörper einen Raum=30000^{c}′ ein. Ein Kubikfuß rheinländisch beträget an Schwere 65 ℔. Mithin wird der Schleussenboden einen in die Höhe pressenden Druck von 1950000 ℔ auszustehen haben: ig. F28.

Wundern wir uns noch, wie es zugehe, daß die Schleusenboden so oft schadhaft werden?

Fig. 30. Zusatz. Dieses wird nian zugeben, wenn die Schleuse gänzlich von Wasser ausgeleeret würde, aber wie da, wann der Schleusenboden noch einige Fuß hoch im Wasser bedecket ist? Wohlan! so berechnet entweder dieses Parallelepipedum abcd besonders, und ziehet es von der Summe ab, oder multiplizirt die Bodenfläche nur mit der Höhe ce anstatt de. Z. E. cd sey=2 Fuß die Grundfläche=6000 □′, so enthält der Wasserkörper, der von dem vorhin gefundenen abzuziehen wäre, 12000c′ Geschiehet dieses, so ist 30000—12000, =18000c′ dem in die Höhe treibenden Wasserkörper. Oder ziehet 2 Fuß von 5′ ab, so bleibet die Höhe ce=3′ übrig, die Grundfläche war und 6000×3=18000. Es kömmt also auf beyderley Art einerley heraus, und bleibet allemal noch Druck genug übrig, einen übel verwahrten Schleusenboden auszuheben.

§. 91. Dieses wird für alle Fälle, die einem Wasserbaumeister begegnen können, wenn er den Bodendruck zu berechnen hat, hinreichend seyn seinen Entzweck zu erreichen. Von diesen Aufgaben sind aber diejenigen, welche den Seitendruck bestimmen, sehr verschieden. Das Wasser macht, wie ein jeder flüßiger Körper, einen Versuch, die Seitenwände von sich zu stoßen. Wenn sie nun nicht standhaft genug diesem Körper widerstehen; so gehen sie auch wirklich verloren. Ehe wir zur Sache selbst schreiten, so müssen wir die Bestimmungsgründe dieser Gewalt aufsuchen. Einmal ist es gewiß, und fällt sogleich in die Augen, daß dieser Druck desto stärker seyn werde, je größer die

beflossene Fläche ist, welche fortgeschoben werden soll, daß ist, der Seitendruck richtet sich nach dem Inhalte der gedruckten Fläche. Zweitens richtet er sich auch nach der Höhe, jedoch nach einem sehr verschiedenen oder nach einem allmählich abnehmenden Verhältnisse. Ein anderweitiger dritter Bestimmungsgrund findet gar nicht statt.

§ 92. So einleuchtend der erste ist, so dunkel kommt uns der zweyte Bestimmungsgrund vor, und wir müssen eine Zeichnung zu Hülfe nehmen, um ihn in sein völliges Licht zu setzen. Fig. 21 zeiget ein mit Wasser angefülltes Gefäß BCD EGH. Würde man eine Seitenfläche z. E. BEGH in unendlich viel Parallellinien theilen, so würde die oberste BE so den Wasserspiegel erreichte, ganz und gar keinen Druck auszustehen haben, die folgende aber etwas, die darauf folgende wieder etwas mehr, und die übrigen noch mehr, je tiefer sie unter der Oberfläche des Wassers der Lage nach befindlich sind, bis endlich die unterste GH den ganzen Druck des über ihr stehenden Wassers empfänget. Eine Größe die einförmig zunimmt, kann allemal durch einen rechtwinklichten Triangel BFG vorstellig gemacht werden, und dieser wird ins besondere durch die Diagonallinie FB des Parallelogramms ABFG gebildet. In diesem Triangel BFG nehmen die Parallellinien ab, wie die Höhen. Denn wie BG:FG=BI:KI. Man wird sich also den ganzen Inhalt des Seitendrucks durch die Fläche BFG begreiflich machen. Da nun diese die Hälfte von ABFG ist, so kömmt der Seitendruck heraus, wenn die beflossene Seitenfläche mit der halben Höhe des Wasserstandes multiplizirt wird.

Tab. IV. Fig. 21.

§. 93. Hieraus fließet folgende Regel: Quadriret diejenige Seitenfläche, deren Druck ihr wissen wollet, und multiplizirет den gefundenen Inhalt mit der halben Höhe des druckenden Wassers; so habt ihr einen Wasserkörper gefunden, dessen Schwere dem Seitendrucke gleich. Z. E. GH = 10′ GB = 8′, so ist GH × GB = 80 □′, ½GB = 4′. Mithin GB × GH × ½GB = 320^{c}′ Wäget nun ein Pariser Kubikfuß 72 ℔, so ist der Seitendruck 23040 ℔.

Anmerkung. Es ist gleichviel, ob man die ganze Seitenfläche mit der halben Höhe, oder die halbe Seitenfläche mit der ganzen Höhe multiplizire.

Tab. IV. Fig. 30.

§. 94. Wenn eine Fläche cd Fig. 30 von innen und außen durch gleich hohes Wasser gedrucket wird; so ist keine Ursache vorhanden, warum sie mehr nach der einen als nach der andern Gegend ausweichen sollte. Wo also Druck und Gegendruck einander gleich sind, da ist diese Rechnung überflüßig. Hingegen wenn die Fläche ed von der Höhe ed hinderwärts, und von cd vorwärts gedrucket würde; so berechnet nach §. 93 beyde Seitendrucke, ziehet den kleinern vom grössern ab, der Rest bestimmet diejenige Kraft, mit welcher die Wand nach der Direktion des mächtigern Drucks auszuweichen drohet. Z. E. die Breite der Wand ed = 15′, die Höhe = 10′, die Fläche also 150 □′, die halbe Höhe ed = 5′, folglich der druckende Wasserkörper = 750^{c}′. Hingegen auf der andern Seite, die auch 15′, breit ist, stünde das Wasser nur 2′ hoch, also ist die benetzte Fläche = 30 □′ und die halbe Höhe = 1′. Mithin der Wasserkörper, so den Druck anzeiget,

= 30^{c}′

= 30^{cl}, diese von 750^{cl} abgezogen, bleibet übrig 720^{cl}, deren Schwere die Gewalt bestimmet, mit welcher die Wand e d dem stärkern Drucke auszuweichen suchet.

Anmerkung. Eine ganz falsche Berechnung würde herausgebracht werden, wenn man bloß die ledige Fläche c e messen, und also c d vernachläßigen wollte. Weil aber die Grundlinien einander gleich; so verhalten sich die verschiedenen Seitendrücke gegen einander, wie die Produkte aus den benetzten Höhen in ihre Hälften.

§. 95. Wir sind dem ohngeachtet nicht fertig. Fig. 24. Setzet diesen Fall: die Seitenwand läge schief, wie B C und E C. Wie wird sich unter diesen Umständen der Seitendruck verhalten? Antwort: Wir haben §. 91. dargethan, daß sich der Seitendruck lediglich nach der Höhe richte, und diese kann durchaus nicht anders, als durch eine Perpendikularlinie bestimmt werden. Was geht uns nun die schräge Lage der Wand an? Nichts. Mithin ist es genug, wenn ihre Breite mit der senkrechten Höhe C F, und diese abermals mit der halden Höhe C F multiplizirt wird, um nun ihren Seitendruck zu berechnen.

Zusatz. Also haben alle nur mögliche Schiefen oder gebogenen auswärts oder einwärts gebuchteten Seitenwände mit einer andern, die gleiche Grundlinie und senkrechte Höhe besitzet, einerley Seitendruck auszustehen.

Anwendung. Die schräge Lage verursacht nur, daß diese Flächen zugleich an dem Bodendrucke Theil nehmen; da hingegen eine senkrechte Höhe nichts von dieser Gewalt auszustehen hat. Es gilt dieses alles aber nur von schräg liegenden Flächen. Hingegen stehende, als Schleussenthore u. s. w. ob sie

gleich gegen einander einen Winkel machen, haben jederzeit den ganzen Wasserdruck zu ertragen, sintemal die Grundlinie, nicht aber ihr Winkel eine bestimmende Größe ist. Zudem wie kann die bloß deklinirende Stellung eine Fläche zur Veränderung eines gegen alle Seiten wirksamen Druckes etwas beytragen?

Tab. IIII. Fig. 27

§. 96. Nachdem wir auch mit dem Seitendrucke uns abgefunden haben, so ist noch zu untersuchen, mit was für einer Gewalt ein Körper, der leichter ist, als Wasser, z. E. B und C, in die Höhe zu fahren suche? Diese Untersuchung ist so leicht begreiflich, daß sie einer Erzählung nicht unähnlich siehet. Wenn ein solcher Körper A mit dem Boden dergestalt genau zusammengefüget worden wäre, daß gar kein Wasser zwischen ihm und dem Grundboden eindringen könnte, so wird ihn auch das Wasser nicht heben, er stehet unbeweglich fest. Hingegen, so bald das Wasser unter ihn durchgedrungen ist, wie bey B und G; so fähret er mit einer Kraft in die Höhe, die der Schwere desjenigen Wassers gleich ist, dessen Platz er einnimmt. Nur aber wird vorher die Schwere, die der in die Höhe steigende Körper an und vor sich selbst besitzet, abzuziehen seyn. Z. E. B enthalte 10°, Raum, sey aber selbst 9 ℔ schwer; so wird er mit einer Kraft 720 — 9 ℔, das ist mit 711 ℔ in die Höhe steigen, er stehe wie B oder liege wie C.

1re Anmerk. Dieses gehet folgender Gestalt zu: Stehet ein und eben derselbe Körper, so ist zwar seine Grundfläche kleiner, aber seine Höhe ist desto größer; lieget er, so ist seine Höhe geringer, aber seine Grundfläche ist nach eben dem Maaße

beträcht-

beträchtlicher, und nach allen diesen Fällen gehet einerley Produkt herfür.

2te Anmerk. Wenn der Körper wirklich steiget, so vermehret sich seine Geschwindigkeit, wie bey dem Falle; sintemal der Trieb aufzusteigen unabläßig fortfähret, in ihn zu wirken. Weil aber ihm das Wasser im Steigen widerstehet; so wird seine Geschwindigkeit nicht so stark anwachsen, wie bey fallenden Körpern in der Luft, oder wohl gar im leeren Raume. Ja endlich wenn der Widerstand des Wassers so groß geworden, als sein Trieb aufzusteigen; so wird dieses Auffahren sich nicht weiter beschleunigen, sondern der Körper, fähret mit der zuletzt erhaltenen Geschwindigkeit bis zur Oberfläche des Wassers herauf.

3te Anmerk. Man könnte sich hier in ungemeine Feinheiten einlassen, und da man längst den ascensum specifice leviorum in fluido resistente untersuchet hat; so dürfte man nur diese Ausrechnungen ohne alle Mühe abschreiben: aber wir würden bey dem Wasserbaue nirgend Gelegenheit finden, diese Weisheit mit Nutzen anzubringen. Also wollen wir es dabey bewenden lassen.

§. 97. Es ist schwer zu entscheiden, ob ein Wasserarchitekt bey Anlegung solcher Wände und Mauren, die das Wasser zurücke halten sollen, z. E. bey Wehren, sich mehr für dem Stoße als für dem Drucke vorzusehen habe. Es giebt wenig Fälle, wo der Stoß den Druck überträfe, und die Wehre hemmen zugleich die Geschwingigkeit des ankommenden Wassers. Indessen werden bey Führung der Dämme, Buhnen und anderer Wasserwände Gelegenheiten genug vorkommen, wo man sich auch gegen den Stoß zu rüsten Ursache haben wird.

§. 98.

§. 98. Der Stoß ist eigentlich eine Wirkung, die von der Geschwindigkeit der flüßigen Körper, wenn sie in Bewegung begriffen sind, herrühret. Diese in allen Fällen zu bestimmen, haben wir drey Fragen zu beantworten. Erstlich: wie wirkt der Stoß auf eine senkrecht widerstehende Fläche? Es ist bereits in der §. 58 gelieferten Haupttabelle der jeder Geschwindigkeit zukommende Stoß auf einen Quadratfuß senkrechten Gegenstandes berechnet worden. Was ist leichter, als so zu schließen: Diese Geschwindigkeit stößet mit einer Kraft so und so groß auf einen Quadratfuß. Die vorhabende Fläche aber enthält so und so viel Fuß, also ist sie dergestalt zu unterstützen, daß sie sich dem gesammten Stoße standhaft widersetzen könne.

§. 99. Ein Beyspiel wird alles, was ich jetzt gemeldet habe, erläutern. Die Geschwindigkeit eines Stroms sey 3 pariser Fuß in einer Sekunde; so ist die Wirkung auf einen Quadratfuß senkrechten Gegenstandes = 10 ½ ℔. Nun enthielte die Wand 100 Quadratfuß, also hat sie sich einer Wirkung von 1050 ℔ zu widersetzen. Diese Wand hat entweder hinter sich auch Wasser, vielleicht auch Erde, alsdenn kann man es dabey bewenden lassen; oder sie stehet da, entblößt von Wasser und Erde, denn ist es Zeit auf die Berechnung des Seitendruckes zu denken, und denselben zu addiren. Z. E. die Wand enthielte 10′ in der Länge, 10 Fuß in der Höhe, so beträgt ihre Fläche 100 □′ selbige mit der halben Höhe multiplizirt, giebt 500c′, und diese, den Kubikfuß zu 72 ℔ Schwere gerechnet, drucken mit einer Kraft = 36000 ℔, hierzu den Stoß 1050 addirt, giebt eine Gewalt von 37050 ℔, der sich die Wand zu widersetzen hat.

§. 100. Der Stoß auf eine senkrecht entgegen stehende Fläche ist der möglichst stärkste, den sie auszustehen hat. Aber nicht alle Flächen widersetzen sich der Gewalt eines Stromes unter einem rechten Winkel, man vermeidet die Heftigkeit dieses Anfalles, wenn man seiner Macht eine schiefe Fläche entgegen setzt, und wo man es nicht ändern kann, wie bey Brückenpfeilern, da bauet man Facen vor, um den Stoß mit einer keilförmigen Fläche zu empfangen. Lasset uns sehen, wie glücklich durch diese Erfindung die Heftigkeit seines Angriffs geschwächet werde, indem wir untersuchen, mit was für einer Kraft der Stoß des Stromes auf eine schiefe Wand wirke. AB stellt eine Fläche vor, die senkrecht den Stoß empfängt. Wenn nun selbige von D nach C gestellt würde, dergestalt, daß sie den Stoßstrich unter einem schiefen Winkel empfienge; so würde nur so viel Wasser sie treffen, als die Linie DB, welche der Sinus des Winkels DCB ist, berühren würde, alles übrige, so nach der vorigen Lage auf die Linie AD gestoßen, rauschet frey vorbey. Allein wirket der Strom mit seiner ganzen Kraft auf DC? Die Mechanik antwortet: Nein; sondern der anfallende Körper wirket auf eine schiefe Fläche nur mit derjenigen Kraft, die sich zu seiner ganzen verhält, wie der Sinus des Einfallwinkels zum ganzen Sinus. Nun aber ist der Winkel FDC dem Winkel DCB, als welche Wechselwinkel sind, jederzeit gleich: mithin ist der Sinus DB zugleich der Sinus des Einfallwinkels. Die Linie DB vertritt hier eine doppelte Stelle, sie bestimmet die Quantität des stoßenden Wassers, und zugleich die Stärke dieses Stoßes, wollen wir beydes wissen; so müssen wir die Linie DB als Sinum des Winkels C quadriren. Folglich Fig. 31.

lich verhält sich der Stoß, dem die Fläche DC in der Lage AB zu widerstehen hätte, zu dem Stoße in der Lage DC wie das Quadrat des ganzen Sinußes zu dem Quadrate des Sinußes des Einfallwinkels = DB.

Fig. 29. §. 101. Wenn also eine Fläche CH = CB = CD unter verschiedenen Winkeln dem Stromstriche entgegen gestellet wird; so werden die verschiedenen Wirkungen des Stroms auf besagte Fläche sich gegen einander verhalten, wie die Quadrate der Sinuße EA, BF, DG.

Zusatz. Daraus kann man abnehmen, ja berechnen, was für ein Vortheil entstehe, wenn man Werken, die dem Strome widerstehen sollen, Facen vorleget, oder ihnen sonst eine schiefe Richtung giebet.

Fig. 31. §. 102. Oft ist die Theorie schwer und die Ausübung leicht, oft aber ist die Theorie leicht und die Ausübung verdrüßlich. Es findet allhier der letzte Fall statt, wenn man nun wirklich den Stoß auf eine schief entgegen gerichtete Fläche berechnen soll. Ein Versuch wird dieses bestätigen. Die Wand AB = DC sey 100′ lang, ihre Höhe = 10′, so enthält ihre Fläche 1000 □′, die Geschwindigkeit des Stroms sey in jeder Sekunde = 3′ 4″, so wirkt der Strom auf einen Pariser Quadratfuß = 13 ℔. Also der ganze senkrechte Stoß = 13000 ℔. Der Einfallswinkel = 30 Grad. Also schließet: Wie sich verhält das Quadrat des ganzen Sinus zum Quadrate des Sinus von 30 Grad: so verhalten sich 13000 ℔ zu dem Stoße, den die Wand in der Lage DC auszuhalten hat. Es ist bekannt, daß man anstatt die Sinus zur zwoten Potenz zu erheben, bloß ihre Logarith-

garithmen mit 2 multipliziret. Dieses Exempel wollen wir folgender Gestalt ausrechnen:

Log. Sin. 30 = 9, 6989700
und in der zwoten Potenz. = 19, 3979400
Log. 13000 = 4, 1139433

23, 5118833
Log. Sin. tot. 20, 0000000

3, 5118833 Log welchem in den logarithmischen Tabellen am nächsten kommt = 3250 ℔, so den zu findenden Stoß auf gedachte Wand anzeiget.

§. 103. Die Flächen sind oft so beschaffen, daß man in den gemeinen logarithmischen Tabellen so grosse Zahlen nicht findet, als diejenigen sind, zu welchen man den Logarithmum suchet; man kann aber diesem Mangel dadurch abhelfen, wenn man, anstatt die ganze Fläche in dem Kalkul aufzuführen, nur einen Quadratfuß nimmt, und wenn man dessen Seitenstoß ausfindig gemacht hat, alsdenn selbigen mit dem Flächeninnhalt des Ganzen multiplizirt. Wir wollen auf diese Art das vorige Exempel noch einmal behandeln, und wir werden am Ende eben dieselbe Zahl hervorgehen sehen. Alles übrige bleibt unverändert, nur daß wir anstatt des Stosses, den die ganze Fläche empfängt, den Stoß, welchen ein jeder Quadratfuß zu überwinden hat = 13 ℔ ansetzen.

Also Log. 30^2 = 19, 3979400
Log. 13 = 1, 1139433

20, 5118833
Log. Sin. tot.^{2} 20, 0000000

0, 5118833 = 3 und wenn wir diesen Logarithmum unter der Charakteristik 3 aufsuchen; so treffen wir daselbst folgende Zahl $\frac{3}{1}\frac{2}{0}\frac{5}{0}\frac{0}{0}$ ℔.

Ꝛb. Nun aber enthält diese Fläche 1000 □′, also ist, weil $\frac{3}{1}\frac{2}{0}\frac{5}{0}\frac{0}{0}$ Ꝛb mit 1000 multipliziret werden muß, der zu überwältigende Stoß = 3250 Ꝛb.

§. 104. Und hieraus kann man das Phänomen erklären, wenn man fraget, wie es zugehe, daß ein Körper, der wie eine konische Spindel geformet worden, mit einerley Stoß sich schneller durch daß Wasser beweget, wenn die dicke Seite vorangehet, als wenn die Spitze vorwärts gerichtet wird. Denn fähret die Spitze voran, so widersteht das Wasser längst der Seite herab. Hingegen bahnet das dicke Ende den Weg, so hat der Körper alles nur vorne, und nichts auf den Seiten vom widerstehenden Wasser zu überwältigen. Ein Fisch soll schnell durch das Wasser fortschießen, die Weisheit seines Schöpfers hat daher seine Dicke nahe an das Haupt hin verleget, von da an verschmälert sich sein Körper bis zum Schwanze. Ein gleiches trifft man auch bey den Vögeln an, und die Klugheit der Schiffbauer richtet sich ebenfalls nach dieser Regel. Die Wenden befahren den Spreestrom mit einer unglaublichen Geschwindigkeit, ohne daß sie sich darüber von Kräften arbeiten, aber ihre Kähne sind gerade das Gegentheil von den gewöhnlichen Nachen, indem sie das breite Ende zum Vordertheile und die Spitze zum Hintertheile wählen. Ein möglichst bestes Stromschiff ist ein Fahrzeug, so noch künftig zu erfinden wäre. Und hiemit beschließe ich diesen Abschnitt.

Das

Das fünfte Kapitel.

Von der Strombahn.

§. 105.

Die vorhabende Abhandlung von der Strombahn ist so wichtig, daß alle bisherige Untersuchungen nur als Vorbereitungen anzusehen sind, durch welche wir uns dem allerwesentlichsten Theile dieser Wissenschaft genähert haben. Die Strombahn ist derjenige Raum, den das fortfließende Wasser mit seiner Bewegung beschreibet. Und also habe ich mich mit dem Begriffe vom Ganzen abgefunden.

§. 106. Nun erfordert meine Pflicht, das Ganze in seine Theile zu zergliedern, und jeden Theil besonders zu erwägen. Die Oberfläche ist das erste, so uns ins Gesicht fällt, und daher wollen wir uns mit der Oberfläche der Strombahn zuerst beschäftigen. Die Stromgränzen, davon bereits §. 46 u. ff. Fig. 3. Tab. 1. die Hauptsache erklärt worden, sind eigentlich diejenigen beyden Seitenlinien, welche entstehen, wenn man die Stromengen dem Laufe des Stromes gemäß zusammenziehet, und zwischen welchen das regelmäßig fortfliessende Wasser enthalten ist. Z. E. ABCD sind die Stromgränzen und zwar AB die linke und CD die rechte. So lange die Bahn geradlinigt fortläuft, sind auch die Gränzlinien also beschaffen; so bald sich aber die Strombahn krümmet, so krümmen sich auch diese Linien, wie bey FGHIK zu ersehen ist. Beste- Tab. V. Fig. 32.

het diese Krümmung nur aus einer Wendung, so heißt sie schlechtweg Krümmung oder Winkel, wie dergleichen bey I K L sich zeiget; wird aber diese Krümmung nach entgegen gesetzter Richtung wiederholet, also, daß sie die Figur des Buchstabens S nachahmt, so nennt man sie eine Serpentine. Z. B. B F G H ist eine Serpentine. Das eintretende Ufer D M N und G H I, wenn es schmal ist, wird von einigen eine Landzunge von andern ein Horn betitelt; im Klevischen nennt man es gar einen Grindort. So wird die Landzunge, die vor Wesel dem Einflusse der Lippe gegen über liegt, der Büdrichsche Grindort zubenamet. In der Strombaukunst kommen noch mehrere Namen vor, von welchen sich kein hinreichender Grund angeben lässet. Wenn eine solche Landzunge vorn breit, hinterwärts schmal wird; so wird sie bald ein Ochsenhorn, bald ein Hufeisen genannt, oder vielleicht gescholten. Man wird nach und nach dergleichen Seltsamkeiten unter den Kunstwörtern dieser Wissenschaft gewohnt werden müssen.

Fig. 32. §. 107. Die Strombreiten sind gerade Linien, z. E. A C, D B, M F u. s. w. welche die Entfernung der Gränzen bestimmen, und durch die Mittellinie S T V W Y Z, von welcher die Gränzlinien gleich weit abstehen, senkrecht gezogen werden.

§. 108. Wir würden mit der Oberfläche der Strombahn fertig seyn, wenn sich der Stromstrich allemal nach der Mittellinie richtete, dieses geschiehet aber nur alsdenn, wenn die Bahn auf eine ziemliche Länge eine gerade Linie beobachtet. So bald aber die Bahn sich krümmet; so weichet der Stromstrich oder die Linie der größten Geschwindigkeit des Stroms von der Mittellinie ab, und nähert sich

der

der Bucht oder dem einwärts gekrümmeten Ufer. Man sehe die Linie an, welche mit $\alpha\beta\gamma$ bemerket worden. Diese Strichlinie weichet desto mehr von der Mittellinie ab, je heftiger der Strom fortschießet. Daher geschiehet es, daß die Ufer F, N O, I K an der einwärts gekrümmten Gränze allemal abbrechen, und diejenigen Ufer, deren Lage eine auswärts gebogene Linie machet, als M, G H, P Q ansetzen. Kurz, alle Buchten brechen ab, und alle Zungen setzen an. Eben dieses ist die betrübte Ursache, um derentwillen die Ströme von Jahr zu Jahr ihre Serpentinen vermehren, ihre Geschwindigkeit nach und nach verlieren und häufigere sowohl, als langwierigere Ueberschwemmungen veranlassen.

§. 109. Zuweilen zeigen sich auf einem Strome mehrere Stromstriche neben einander. Z. B. zwischen H I und O P, welche eine Sandbank auf dem Grunde verrathen, die sich nach und nach in einen Häger und endlich gar in eine Insel verwandeln wird. Dieses sind die Linien, die auf eine Stromcharte genau verzeichnet werden müssen, wenn man über anzulegende Wasserwerke gründlich zu urtheilen sich genöthiget siehet.

§. 110. Von der Oberfläche der Strombahn, wollen wir uns auf das Grundbett hinablassen, doch nur mit unsern Gedanken. Das Strombett ist nirgends ungleicher als da, wo der Strom für sein gewöhnliches Wasser zu viel Breite besitzet, indem sich daselbst der mitgeführte Sand niederlässet, und allerhand Unebenheiten und Unordnungen verursachet. Indessen dürften sich wohl wenig Stromgegenden finden, die ein flaches und ebenes Strombett ihrem Flusse zubereiteten. Insgemein sind sie von beyden Seiten abschüssig und laufen in eine fortge-

setzte Tiefe zusammen. Würde sich die Stromtiefe aller Orten nach dem Stromstriche richten; so hätte man mit dem Striche zugleich die Tiefe auf der Charte verzeichnet. Aber hiermit verhält es sich ganz anders. Die Linie der Stromtiefe weichet oft von jener ab, sie muß also besonders verzeichnet werden, und es kann solches füglich mit rothen etwas dickern Punkten geschehen. Wie könnte es auch anders seyn, da die Stromstriche oft von der Lage der Ufer und die Stromtiefen von dem Widerstande des Sandes, welchen die Ströme mit sich fortwälzen, abhangen? Setzet sich dieser irgendwo fest; so ändert sich die Linie der Stromtiefe. Fället dieser letztere Umstand weg; so hält Stromstrich und Stromtiefe einerley Linie.

§. 111. Ein Kolk ist eine ungewöhnliche Tiefe, in welcher stillstehendes Wasser anzutreffen ist: hingegen eine seichte Stelle ist eine solche Bettung quer durch den Strom, die mit niedrigerm Wasser bedecket ist, als der übrige Theil der Strombahn. Manchmal rühren die seichten Stellen von der Festigkeit des Grundbodens her, dessen Theile der Strom nicht trennen und mit sich fortreißen kann, so wie die Kölke in einem leimichten Boden, der sich von selbst auflöset, nicht selten sind, zumal wenn Eisstopfungen vorhergegangen, oder rauschende Fluthen von Wolkenbrüchen und Schneegewässer sich hier oder da eingestürzet haben. Oft aber trifft man solche seichte Oerter da an, wo die Stromufer sich zu sehr erweitern, und die übermäßige Breite des Gewässers die Geschwindigkeit hemmen und verbreiten, darüber die Wirkung auf das Grundbett geschwächet wird.

§. 112. Ueberhaupt wird die Höhe des Wasserstandes nicht nur durch die Quantität des im Stromkanale befindlichen Wassers, sondern auch durch die Geschwindigkeit des Abflusses bestimmet. Wenn man einerley Geschwindigkeit des Abflusses annimmt; so verhalten sich die Wasserhöhen nothwendig wie der in gleicher Zeit erfolgende Zufluß. Die Geschwindigkeit des Abflusses im Gegentheile stehet in einem umgekehrten Verhältnisse gegen die Wasserhöhe. Denn wenn bey einerley Zuflusse die Geschwindigkeit zunimmt; so schwindet schlechterdings die Wasserhöhe. Zwey einander entgegen gesetzte Verhältnisse können nicht anders, als durch die Division mit einander verbunden werden. Es sey die Quantität des Zuflusses = Q die Geschwindigkeit = C die Höhe des Wasserstandes im Strome = A: so ist $\frac{Q}{C} = A$. Hieraus siehet man deutlich ein, daß nur drey Hauptmittel vorhanden sind, einen Strom zu erniedrigen, entweder man hemme den Zufluß, oder man vermehre die Geschwindigkeit, oder man thue beydes zugleich. Eben so viel Mittel sind vorhanden einen Strom zu erhöhen, entweder man vermehre den Zufluß, oder hemme die Geschwindigkeit, oder thue beydes zugleich.

§. 113. Wenn man Gelegenheit hat, sich mit ganzen Strömen, von der Quelle an bis zu ihrem Ausflusse, bekannt zu machen; so wird man entdecket haben, daß dieselben sowol in der Breite, als auch in der Tiefe beständig zunehmen: hingegen in der Geschwindigkeit je weiter desto mehr abnehmen. Nun wäre das letztere schon eine große Ursache, diese Wahrnehmung zu erklären; allein hauptsächlich findet man einen merklichen Unterschied da, wo andere

ansehnliche Flüsse in den Hauptstrom sich ergossen haben. Wir wollen denjenigen Theil des Stroms, welcher zwischen zween eintretenden wichtigen Nebenflüssen lieget, eine Stromlänge nennen, wenigstens weiß ich mich vor der Hand auf keinen bessern Namen zu besinnen. Man bemerket ferner, daß in einer solchen Länge die mehreste Zeit des Jahres hindurch das Wasser eine beständige Tiefe und Breite halte. Jene wollen wir die Normaltiefe und diese die Normalbreite heißen. Die Normaltiefe lässet sich bald finden, aber die Normalbreite zeiget der Strom nur da an, wo er weder Sandhäger und Inseln hinlagert, noch an beyden Ufern zugleich Einrisse verursachet. Daselbst kann man sie auch messen. So lange ein Wasserbaumeister dieses nicht gehörig einsiehet, und seine Vorschläge darnach einrichtet, kann er die Wirkungen seiner Werke nicht vorhersagen, er bauet auf ein Gerathewol, los, und verdienet nicht den Namen eines Wasserbauverständigen, wenn er auch gleich ganze Ströme in Unordnung gebracht, ganze Provinzen mit seinen grundlosen Angaben arm gemacht hätte, und er an Eigensinne dem noch eigensinnigern Strome wenig nachgäbe. Meine Leser werden bald Gelegenheit finden, von der Nothwendigkeit, die Normalbreiten und Tiefen in Betrachtung zu ziehen, sich selbst zu überzeugen.

§. 114. Ich setze zum voraus, mehrentheils nehme ein Fluß seine Bahn durch solche Gegenden, wo er sich seinen Kanal selbst zu rechte betten kann. Nun baue man in einen Strom hinein, wie man will, er wird allemal am gegenüberstehenden Ufer seine Normalbreite und Tiefe wieder zu erlangen suchen, und dafern man ihn von beyden Seiten einschränkt, so vermehret er seine Normaltiefe; gelinget ihm dieses

nicht

nicht, wegen allzuharten Grundbodens, so rächet er sich bey allen Gelegenheiten durch Ueberströmungen. Hat dieses nichts auf sich?

§. 115. Wollte man mit dieser Neuigkeit nicht zufrieden seyn; so muß ich noch mehr erzählen, welches vielleicht manchen Liebhaber seiner eigenen Vorurtheile noch mehr befremden wird. Eine jede Stromlänge hat auch so gar ihre Normalgeschwindigkeit, das ist, diejenige, mit welcher das Wasser sich fortbewegt, bis der Strom entweder so seichte geworden, daß seine Bewegung sich lediglich nach dem Abhange seines Strombettes richtet, oder so angeschwollen ist, daß er über die Ufer steigt. Diese Normalgeschwindigkeit läßt sich nicht aller Orten aus dem nivellirten Gefälle berichtigen. Denn da nach §. 64, 65 die Geschwindigkeit eines auf schiefer Fläche herabrollenden Körpers beständig zunimmt, und wiederum die Serpentinen den Lauf des Stroms hemmen; so ist das durch die Wasserwage gefundene Gefäll kein hinreichender Entscheidungsgrund, die Normalgeschwindigkeit gewiß zu bestimmen, es wäre denn, daß man da anfienge zu messen, wo der Strom den Anfang macht seine Geschwindigkeit anzunehmen. Geschiehet dieses nicht, so kann man nicht wissen, wie weit das Wasser geflossen, wie viel es schon Geschwindigkeit von oben herab mitgebracht habe, und wie viel Antheil das Gefäll, so man eben durch das Nivelliren gefunden, an dieser Geschwindigkeit nehme. Die Kugel, die man auf einer abgemessenen Distanz hinschwimmen läßt, vermeldet uns die Normalgeschwindigkeit richtiger, auf diese Weise hat man z. B. gefunden, daß die Normalgeschwindigkeit der Elbe in der Gegend von Havelberg drey Fuß in einer Sekunde, und der Havel zwischen dem Plauer See und Rathenau zwey Fuß betrage.

§. 116. Also wird zu einer richtigen Stromcharte, nach welcher man alles, was auf Strömen vorfällt oder angelegt werden soll, beurtheilen kann, erfodert:

1. Abzeichnung der Stromgränzen,
2. die Mittellinie,
3. die Stromstriche,
4. die Tiefenlinie, nebst Anzeige der Normaltiefe,
5. die Normalgeschwindigkeit.

Die Normalbreiten lassen sich, wenn sonst die Lage der Ufer des Stroms richtig abgetragen worden, auf der Charte selbst am genauesten beurtheilen, zumal wenn man bey schwierigen Stellen das Stromprofil vor Augen haben und zu rathe ziehen kann.

§. 117. Bisher ist nur von einfachen Strombahnen die Rede gewesen; wir kommen zu den zusammengesetzten. Wo Ströme sich in einander ergießen, daselbst entstehen aus mehrern Bahnen zusammengesetzte, die jedoch nur da, wo sie zusammenstossen, zu beobachten sind; weiter herab sind sie wieder, wie einzelne Bahnen, zu behandeln.

§. 118. Das erste, was hierbey zu untersuchen vorfällt, ist der Winkel, unter welchem beyde Ströme sich mit einander vereinigen; das zweyte die Geschwindigkeit oder die Kraft, mit welcher sie gegen einander kämpfen; das dritte die Tiefe, und das vierte die Verhältnißschwere des Wassers. Alles dieses muß in Anschlag gebracht werden, wenn man die Vortheile oder den Schaden beurtheilen will, so aus der Einmündung entstehet.

§. 119. Die allgemeine Regel, nach welcher man sich in seiner Entscheidung zu richten hat, ist folgende. Jeder Strom muß dem andern in seinem Laufe ent-

entweder gar nicht, oder doch so wenig als möglich hinderlich fallen. Ein Satz, der keines Beweises bedarf. Wem ist mit einer größern Gefahr überschwemmt zu werden gedient?

§. 120. Je spitziger der Einmündungswinkel ist, desto weniger, und je grösser er ist, desto mehr kämpfen die Ströme bey der Einmündung wider einander. Ein Lehrsatz, der eines Beweises bedarf.

Beweis. Wenn ein Körper c durch Kräfte von verschiedener Richtung, z. E. a b und d e in Bewegung gesetzt wird, so folget er weder der einen noch der andern Richtung, sondern erwählet die Diagonallinie c f zu seiner Bahn. Diese Diagonallinie entsteht, wenn man den Raum c g und c h, welchen die einzeln Kräfte a und b in gleicher Zeit zurücke legen würden, in ein Parallelogramm verwandelt, dessen Seite g f = c h und h f = c g, nachmals c f zusammen ziehet. Alsdenn ist nach den Grundsätzen der Mechanik f der Punkt, wo c in eben der Zeit anlangen würde, wenn die einzelnen Kräfte a und b den Körper nach g und die andre nach ihrer Direktion denselben nach h getrieben hätten. Nunmehr aber sollen diese Kräfte unter einem spitzigern Winkel d c e den Körper c anfallen; wird nicht das Parallelogramm, da der Winkel d c e spitziger geworden, sich mehr verschieben? wird nicht die Linie c l länger werden? wird nicht der Körper c einen geschwindern Lauf bekommen, weil c l länger geworden, als c f? Man setze anstatt a c und b c die Bahnen zweener Ströme; so sieht man deutlich ein, daß der vereinigte Lauf desto schneller das Wasser in dem gemeinschaftlichen Kanale fortschicken

Tab. V. Fig. 33.

cken werde, je spitziger derjenige Winkel ist, unter welchem sie sich einander begegnen.

1te Anmerkung. Je größer also der Einmündungswinkel ist, desto gefährlicher wird die Einmündung, weil die vereinigte Geschwindigkeit abnimmt, so, wie der Winkel, unter welchem sie sich vereinigen, zunimmt. Es giebt Ströme, die nicht nur unter einem rechten Winkel eintreten, sondern auch manchmal unter einem stumpfen sich vereinigen, woraus ein ordentlicher Zweykampf entstehet, durch welchen der eintretende Strom aufgehalten wird, und weil er sich nicht seines Wassers entledigen kann, so lange aufschwellet, bis er das Uebergewichte über seinen Feind erhält, und wie über einen Wasserfall in den Kanal desselben hineinstürzet. Verändert man nun nicht die Einmündung; so entstehen ohne Unterlaß Ueberschwemmungen, zumal bey niedrigen Ufern.

2te Anmerk. Es ist aber auch möglich, daß man zuweilen Kanäle und Ströme ohne allen Winkel vollkommen parallel mit einander verbinden kann. Denn so oft der Hauptstrom mit einer Krümme dem eintretenden entgegen kommt; so ist der Fall da, wo man sich dieses Vortheils bedienen kann, wie solches bey F angedeutet worden, allwo der Strom in F nach eben der Direktion eintritt, nach welcher der andere fortfließet. Dieser Vortheil ist so wichtig, daß man keine Unkosten zu scheuen hat, um ihn mitzunehmen, wofern nur die übrigen Umstände solches erlauben.

Tab. V. Fig. 32.

§. 121. Die Geschwindigkeit ist des Stroms Stärke. Wenn nun der eintretende sich schneller beweget, als der Hauptstrom; so ist solches ein Glück

für

für alle Oberländer des eintretenden, die keine sonderliche Stauung von Seiten des Hauptstroms zu befürchten haben, als welcher von dem daher rauschenden Nebenstrom weit genug zurück getrieben wird. Wenn aber der Hauptstrom schneller fortstreichet, als der Nebenstrom; so hält er bey jeder Auffschwellung die Fluth des Nebenstroms auf, treibt ihn wohl gar dergestalt in die Enge, daß er die Breite seiner Bahn verlieret, und genöthiget wird in die Tiefe zu wühlen. Z. B. Es wären a c und b c zwo Direktionslinien zweener Ströme, deren Geschwindigkeiten gleich sind; so ist c g = c f und c d auf solchen Fall allemal die Diagonallinie eines Rhombus. Wäre aber der Lauf von a schneller; so entstehet die Rhomboide c f e i, und c e ist die gemeinschaftliche Direktionslinie, welche also die vereinigte Wirkung vom Ufer entfernet: und was kann man mehr wünschen? Nun aber soll b als der Hauptstrom stärker wirken, alsdenn entstehet allemal eine Rhomboide c g h f, deren Diagonallinie c f den eintretenden Strom zusammenpresset, sich selbst aber dem Ufer nähert, welches denn von der Gewalt beyder Ströme sehr mitgenommen wird. Fig. V. Tab. 34.

§. 122. Die Tiefe, wenn sie in beyden Strömen nicht verschieden ist, oder wenigstens der eintretende Strom weniger Tiefe besitzet, als der Hauptstrom, verändert in Ansehung des Abflusses nichts. Fließet aber der Hauptstrom schneller als der Nebenstrom; so besitzet letzterer insgemein eine größere Tiefe, weil seine Bahn merklich geschmälert wird. Dieses ist nun ein verdrießlicher Umstaud, sintemal der mächtigere Hauptstrom, zumal wenn der Einmündungswinkel sehr groß ist, bey jeder Auffschwellung in das Bett des Nebenstroms hineinstürzet,

zet, und auf dem Grunde demselben entgegen lauft. Der schwache Nebenstrom muß es sich gefallen lassen, daß er gehoben und zurück gedränget wird, folglich sein Wasser nicht fortschaffen kann. Auf der Oberfläche offenbaret sich solches, wenn der eintretende Strom bey dem Abflusse, auch bey stillem Wetter, Wellen schläget.

§. 123. Man sollte kaum glauben, daß die verschiedene eigenthümliche oder Verhältnißschwere des Wassers auch das ihrige zu einem verhinderten Abflusse beytrüge, wenn nicht die Erfahrung solches bestätigte. Denn wenn das Wasser des Nebenstroms schwerer ist; so wird solches desto stärker den Hauptstrom, weil ein schwererer Körper den leichtern eher verdrängen kann, als umgekehrt, von sich stoßen, womit man zufrieden seyn kann. Allein führet der Hauptstrom schwerer Wasser; so erfolget gerade das Gegentheil, wofern nicht der Nebenstrom durch seine mehrere Geschwindigkeit diesen Mangel ersetzet.

§. 124. Alle diese Fehler konnte man bey der Einmündung der Havel in die Elbe im Jahre 1771 beysammen antreffen. Die Havel stieß unter einem stumpfen Winkel auf die Elbe, die Havel war schwächer, denn ihre Geschwindigkeit verhielt sich zur Geschwindigkeit der Elbe wie 2 : 3, die Havel besaß eine größere Tiefe, die Elbe war 10 und die Havel 30 Fuß tief, und endlich war ihr Wasser auch leichter. Allen diesen Fehlern wird zugleich abgeholfen, wenn der Nebenstrom, so weit als möglich, neben dem Hauptstrome hingeleitet, und endlich unter einem sehr spitzigen Winkel eingemündet wird. Denn weil der Hauptstrom ein stärkeres Gefäll unter diesen Umständen besitzet; so wird durch diese spätere Einmündung zugleich das Gefäll des eintretenden Stroms ver-

vergrößert, mithin seine Fluth beschleuniget, und der spitzige Winkel schwächet zugleich die Gegenwirkung des Hauptstroms §. 120.

§. 125. Nunmehr gelangen wir zu der Abhandlung von den Stromarmen. Nicht selten theilt sich ein Strom in Arme, unter welchen nur diejenigen für wahre Arme zu erklären sind, die nie zu dem Hauptstrome selbst wieder zurück kehren, sondern einen beträchtlichen Theil seiner Fluth anders wohin leiten. Diejenigen Kanäle aber, welche nach einigen Umschweifen mit dem Strome sich wieder vereinigen, kann man mit Recht Afterarme nennen, von welchen letztern zuerst gehandelt werden soll.

§. 126. Wenn man sich der Afterarme nicht bedienen will entfernte Gegenden zu bewässern, oder die übermäßige Breite des Hauptstroms zu mindern; so ist nicht abzusehen, warum man Afterarme demselben erlaubet, die so viel Land wegnehmen, die Passage unterbrechen, und nicht das geringste zur Verminderung der Ueberschwemmungen beytragen. Bey Mühlen haben sie den Nutzen, daß man ihnen Freyarchen vorlegt, durch welche der übermäßige Zufluß der Gewässer vom Mahlgerinne abgeleitet wird. Außer diesen Fällen wird man sich nicht auf einen begreiflichen Nutzen besinnen können.

§. 127. Es ist falsch, wenn man sich einbildet, durch Afterarme werde ein Strom seichter, und sein Abfluß beschleuniget. Beydes richtet sich lediglich nach dem Gefäll desjenigen Ortes, wo der Afterarm sich mit dem Strome wieder vereiniget. Man stelle sich nur vor, daß alles Zwischenland zwischen dem Hauptflusse und seinem Afterarme weggeschafft werde; so entstehet alsdenn ohnstreitig eine See, durch

welche

welche der Strom seinen Lauf fortsetzt. Nun frage ich einen jeden, nach was für einer Höhe wird sich die Oberfläche der See richten? Nicht wahr, nach der Höhe des Abflusses? Wenn nun nicht einmal die See die Strombahn, in Ansehung des Wasserstandes und der Geschwindigkeit, verändert; so wird solches der schmalere Afterarm noch weniger thun. Weil also diese Kanäle weder zur Aufschwellung noch zur Ablassung der Ueberschwemmungen, an und vor sich selbst, etwas beytragen können, auch die Geschwindigkeit weder hemmen noch befördern, so hat man sie als überflüßige Zweige anzusehen, so von dem Hauptstrome abgeschnitten werden müssen.

§. 128. Ganz anders verhält es sich mit den wirklichen Armen, durch diese kann wirklich der Abfluß vermehret werden, an diesen lassen sich Mühlen und andere Wasserkünste auf das bequemste anlegen. Zapfen sie aber den Strom zu sehr ab, also daß die Schifffahrt darunter leidet, so kann man Freyarchen vorbauen, deren Schütze man zur Zeit des Wassermangels zusetzet und den Abfluß hemmet. Wahre Stromarme gehören zu den größten Wohlthaten der Natur, und indem man vermittelst derselben den Strom stellen kann, wie man will; so kann man auf diese Art ganze Länder aus ihrer Wassersnoth erretten.

§. 129. Es folget auf die Betrachtung der Beschaffenheit der Strombahn unfehlbar die Untersuchung derjenigen Mittel, deren man sich bedient den Lauf der Ströme zu ändern. Ströme können auf eine vierfache Art verändert werden. Entweder ist uns daran gelegen, ihre Bahn, oder ihre Geschwindigkeit, oder ihre Tiefe, oder ihre Breite zu verändern. Von jeder Gattung muß nun besonders das nöthigste angezeigt werden.

§. 130.

§. 130. Die Strombahn ist verschiedener Veränderungen fähig. Die Geschichte meldet uns Unternehmungen, durch welche man ganze Ströme anderswohin geleitet hat; sie berichtet uns aber auch Unglücksfälle, bey welchen Flüsse genöthigt worden, sich selbst den Weg durch andre Gegenden zu bahnen, und nie besuchte Länder zu bewässern. Letzterer Vorfall verdient um so mehr unsre Aufmerksamkeit, weil wir dadurch belehret werden, wie wir uns zu verhalten haben, wenn wir der Natur nachahmen wollen. Was für Mühe, was für Kosten wendet man an, durch Kanäle den Strömen andere Laufbahnen vorzuschreiben! Wie vieles hätte man ersparen können, wenn man bey der Natur selbst vorher in die Schule gegangen, und sich die Mittel hätte nachweisen lassen, deren sie sich bedient, solche grosse Revolutionen in der Hydrographie zu bewerkstelligen!

§. 131. Die Kunst räth uns zuvor die Gegend zu nivelliren, und die niedrigsten Senkungen auszuspähen, um durch dieselben die neue Bahn zu führen. Dieses ist noch nichts besonders: ein Strom ist noch nie bergan geflossen, er weiß die Vertiefung der Erdfläche ohne Nivellirwage zu finden. Hat man diese ausfündig gemacht; so grabe man einen Kanal so breit und tief, als man für gut befindet; endlich steche man die Fangdämme durch, und lasse den Strom eintreten. Diesen Vorschlag erkläre ich gerade zu für ein Mittel, unnöthiger Weise große Geldsummen zu verschwenden und die armen Unterthanen um ihr Land und zugleich um ihr Vermögen zu bringen, wenn sie auf ihre Kosten den Kanal graben sollen. Auf wessen Kosten hat der Rhein

seine Marschruthe quer durch Holland auf einem ungebahnten Pfade genommen? Wer gab die Deichgräberkosten her, als die neue Elbe bey Magdeburg durchbrach? Wer so unwissend ist, daß er die Kräfte der Ströme weder kennt, noch sie zu bestimmen, noch zu seinem Vortheile anzuwenden weiß, der bleibe überhaupt weit genug von dergleichen Unternehmungen entfernt, und begnüge sich mit Gießbächen und Müllergraben. Große Flüsse anders wohin zu leiten, denn von Kanälen und Schleusen ist hier nicht die Rede, erfodert andre Maaßregeln. Der Wasserbau beschäfftiget sich mit unsichtbaren Kräften eines Elements, dessen Natur uns allem Ansehen nach noch nicht ganz bekannt ist; wie leicht ist es da möglich, durch die ersten Vorspiegelungen der Sinne berücket zu werden?

§. 132. Obgleich diejenigen Maaßregeln, die man bey Leitung schiffbarer Ströme zu beobachten hat, vielen seltsam und unsicher vorkommen werden: so will ich sie doch wenigstens anzeigen. Hier sind sie:

1) Wenn man die möglichst tiefste Senkung, durch welche ein Strom geleitet werden soll, auf der Charte hingezeichnet: so hat man nöthig, nur diejenigen Anhöhen durchzustechen, und in einer mäßigen Breite auszugraben, welche der Strom bey dem höchsten Wasserstande nicht erreichen kann.

2) Da wol niemand so unbesonnen seyn dürfte, Ströme durch harte Felsengründe und nicht zu gewältigende Grundboden zu führen, nichts aber der Wirkung des Wassers mehr widersteht, als Rasen und thonigtes Erdreich, so nehme man die Erddecke ab, bis man auf den Sand gelanget,

und

und verfertige davon Deichwälle, oder fülle damit diejenigen Niedrigungen aus, von welchen man den neuen Strom abhalten will.

3) Hierauf pflüge man den Sandboden des neuen Kanals um so tief, als der Pflug fassen kann.

4) Wenn diese Arbeit längst dem künftigen Kanale von Anfang bis zu Ende fertig geworden, so lege man nicht nur Schöpfbuhnen an, welche den Strom vor der Einmündung der neuen Strombahn auffangen, sondern auch Packwerke, so den Stromstrich in diesen Kanal hineinschicken. Diese Packwerke müssen also über den höchsten Wasserstand hervorragen.

5) Alsdenn erwarte man die nächste Fluth, nach deren Abfluß der Kanal fertig seyn wird.

6) Gesetzt nun, hin und wieder sey der vom Strome selbst ausgespülte Kanal nicht tief oder nicht breit genug; so wird ein Stromverständiger schon die Mittel zu finden wissen, seinen Entzweck ganz zu erreichen. Im praktischen Theile wird hiervon umständlicher gehandelt werden.

§. 133. Man wird fragen: ob diese Arbeit keine Ausgaben veranlasse? und ich werde antworten: so viel lange nicht, als eine förmliche Ausgrabung eines neuen Strombettes. Man wird fragen: wie viel Zeit verstreichen werde, ehe der Strom mit dieser Arbeit fertig wird? und ich werde antworten: vom Winter an bis die Winterfluth verflossen ist. Man wird fragen: ob der Strom mächtig genug sey ein Geschäft auszurichten, wozu einige tausend Arbeiter erfodert werden? und ich behaupte, daß der Strom mächtiger die Erde fortschaffe als alle Arbeiter. Ein Strom, der in einer Sekunde zween Fuß fortrückt, gehört eben nicht zu den reißenden,

dieser stößet auf einen Quadratfuß mit einer Kraft von 4⅓ ℔. Setzt man ihm eine Sandbank auf dem Grunde entgegen, die sich mit einer Höhe von 2 Fuß queer durch seine Bahn gelagert hat, man nehme an, der Strom sey nur 200 Fuß breit; so wird er mit einer Kraft von 1866 ℔ gegen diese Bank wirken. Ein Arbeiter, der nach einander fort vom Morgen bis zum Abend sich beschäftigen soll, kann nur 25 ℔ etwa bey jeder Anwendung seiner Kräfte gewältigen, es werden also 74 Tag und Nacht arbeitende Menschen erfordert, wenn sie in einerley Zeit eben so viel wegschaffen sollen, als der Strom. Denn der Strom arbeitet Tag und Nacht auf seinem Bette. Dergleichen Arbeiter sind unter uns nicht zu finden, mithin muß ihre Anzahl auf 148 verdoppelt werden. Nun fehlen noch die Karrengänger und die Unkosten der Geräthschaften. Gleichwohl haben wir diese fleißigen und starken Männer nur mit einem faulen und schwachen Strome in Vergleichung gestellt. Man wird auch fragen: wo der Sand und Schlick, den der Strom fortschafft, endlich bleiben solle? ich erwiedere: da, wo Sand und Schlick von so vielen neuen von selbst entstandenen Stromarmen und von so vielen abgerissenen Ufern geblieben ist. Das Weltmeer ist geräumig genug den letzten Transport unsrer Ströme zu verschlingen. Man fragt endlich, wie der Strom sich durch die Wurzeln der Bäume durcharbeiten könne, dafern die Strombahn durch einen Wald streiche? und ich frage: wie haben sich ursprünglich die Ströme durch die Wälder durcharbeiten können? Man wird zwar anfänglich dem Strome zu Hilfe kommen, und diejenigen Bäume, die ihm am meisten widerstehen, ausrotten müssen, damit er keine Un-

ordnung im Laufe verursache. Allein dieses muß man bey Ausstechung der Kanäle auch thun, und die Förster würden übel zufrieden seyn, wenn man diese Arbeit dem Strome überlassen wollte. Also kann man sich des hilfreichen Beystandes der Ströme bedienen, ein so riesenmäßiges Vorhaben auszuführen.

§. 134. Jedoch, dieses sind seltene Fälle, mehrentheils siehet man sich genöthigt, die Ufer für Abbruch zu verwahren, oder die Strombahn aus andern Gründen bloß vom Ufer abzuweisen. Wie hat man sich bey Ablenkung der Strombahn zu verhalten?

§. 135. Es wird vorjetzt genug seyn, diejenigen Regeln, so die Theorie vorschreibt, angeführt zu haben, das übrige wird im praktischen Theile nachgeholt werden können. Die erste Regel betrifft die Länge des Wasserwerks:

Ein jedes Wasserwerk, welches die Strombahn verändern soll, muß einen Stromstrich auffangen, nnd sich desselben ganz bemächtigen können.

Beweis. Der Stromstrich ist derjenige Theil des Stroms, wo derselbe seine größte Kraft besitzt. Ein Abweiser, der sich desselben entweder gar nicht, oder doch wenigstens nicht ganz bemächtigt, verändert die Richtschnur der Hauptkraft nicht, welche die Bahn regiert, mithin wird er auch nichts zur Ablenkung derselben beytragen können. Der Strom wird also nach wie vor das Ufer anfallen, einreissen, und der ganze Erfolg eines solchen Werkes wird dieser seyn, daß der Abweiser etwas Sand auffängt, hinter sich anlegt, und das übrige Ufer der wilden Fluth überläßt. Die Buhnenmeister besitzen ein

sehr sicheres Mittel von der gehörigen Länge eines Abweisers untrüglich zu urtheilen, wenn sie ein Stück Holz am Haupte des Abweisers in den Fluß werfen und Achtung geben, wo dasselbe wieder ans Land getrieben wird. Dieser leichte Versuch bezeichnet untrüglich die Gränze desjenigen Ufers, so durch den Abweiser beschützt wird. Gesetzt aber, daß Umstände vorhanden wären, welche die Verlängerung des Abweisers hinderten, und also sein Schutz noch nicht hinreichend wäre, das schadhaft gewordene Ufer zu decken. Z. E. man scheuet die Baukosten, tiefer in den Strom sich hineinzuwagen, oder man müßte befürchten, das gegenüber liegende Ufer unerlaubter Weise durch den Strom zu beschädigen; so wird eben daselbst, wo gedachtes Holz schwimmend angelandet ist, ein neuer Abweiser anzulegen seyn, u. s. w. bis man seinen Endzweck erreicht hat.

§. 136. Die zweyte Regel betrifft den Ort, wo ein solcher Abweiser hingestellet werden muß.

Niemals muß ein Abweiser am hervorspringenden Ufer angelegt werden, wohl aber an einem einwärts gebogenen, oder zum höchsten an einem geradlinichten, im Falle dasselbe abbrüchig geworden.

Beweis. Ein hervorspringendes Ufer ist leider schon selbst Abweiser genug, würde man nun daselbst dergleichen Werk anlegen; so würde man um so mehr das gegenüber stehende Ufer zu Grunde bohren, und den Strom zum serpentiren zwingen. Hingegen das einwärts gebogene Ufer bedarf eigentlich dieser Beschirmung. Jedoch, wer sieht dieses nicht von selbst ein?

§. 137. Weit mehr hat die Frage auf sich, nach was für einen Winkel der Abweiser zu richten sey,

damit

damit er die gehofte Wirkung haben könne? Richtet man ein solches Werk zu steil in den Strom hinein; so ist solches nicht nur mehrerer Gefahr ausgesetzt, von der Gewalt des Stroms über den Haufen geworfen zu werden, sondern anstatt das diesseitige Ufer zu decken, beschädigt es das gegenüber stehende; liegt es aber zu flach, so trägt es wenig zur Ablenkung der Strombahn hey, erfordert auch überdem eine übermäßige Länge, wenn es nur einigen Nutzen schaffen soll. Man könnte zwar hier die Regel anwenden: medio tutissimus ibis, und einem jeden Abweiser oder Buhne einen Winkel von 45 Grad in Ansehung der Uferlinie ertheilen: es mögen auch wohl die mehresten Abweiser nach Gutdünken, oder wenn man recht viel gethan haben will, nach einer gewissen praktischen Ahndung angelegt werden. Nur in Wissenschaften haben die Orakel von diesem Dreyfuße wenig zu bedeuten.

§. 138. In praktischen Wissenschaften hat man bey Untersuchung der Ursachen zween Wege vor sich die Wahrheit zu entdecken: entweder man setzt einen gemeinen Grundsatz voraus, schließt daraus regelmäßig auf den Erfolg, und prüft den herausgebrachten Erfolg durch einen Versuch, oder man läßt die Erfahrung voran gehen, und die Gründe nachfolgen. Der erste synthetische Weg verwickelt uns insgemein am Ende in weitläuftige Schwierigkeiten, wenn der Erfolg nicht ganz dasjenige bestätiget, was man durch Schlußketten aus der Dunkelheit der Meinungen an das Licht der Ueberzeugung hervorgezogen, da geht es uns oft zu unserer grossen Demüthigung wie denen in der Fabel, die über die Farben des Chamäleons stritten, und zuletzt alle Recht und Unrecht zugleich hatten. Hingegen der analytische

Weg, ob er gleich sicherer ist, läßt uns oft genug in Ansehung der Gründe im Dunkeln stehen. Dieser ist wie ein Räthsel zu beobachten, dessen Auflösung oft zweydeutig ist. Ich werde gegenwärtig den letztern erwählen, meine Leser mögen urtheilen, ob ich in der Auflösung glücklich gewesen.

§. 139. Als ich einst einen beträchtlichen Theil der Elbe bereisete, und bey dieser Gelegenheit mir vornahm, die Wirkungen der Buhnen oder Abweiser zu beobachten, entdeckte sich folgendes meinen Augen. Durchgängig hatten diese Buhnen die Stromstriche nach der Lage ihrer schrägen Richtung verändert, und selbige den gegenüber liegenden Ufern genähert. Ferner alle Stromstriche, z. E. a b liefen nicht nur längst der Buhne bis zum Haupte c hin, sondern setzten ihren Lauf noch weiter über die Buhne hinaus fort, krümmeten sich aber allmählich, bis sie endlich nach der Direktion der Strombahn A F wieder das Ufer erreichten. Endlich je stärker der Stromstrich war, und je langsamer sich der übrige Strom fortbewegte, desto weiter dehnte sich diese Ausschweifung aus, wenn ein mittelmäßig starker Stromstrich in F landete, so erreichte ein stärkerer erst in h das Ufer. Wofern aber die Geschwindigkeit des Stromes sehr groß war; so erreichte derselbe ungleich früher etwa in g das Schartufer, und stürzte es in den reißenden Strom herab. So weit für diesesmal.

Tab. VI. Fig. 35.

§. 140. Diese Wahrnehmung belehrt uns, daß die Stromstriche theils nicht wie die Kugeln nach Maßgebung der einander immer gleichen Stoß- und Parallelwinkel reflektiren, theils, daß sie sich sowohl nach ihrer eigenen, als auch des ihnen widerstehen-

den

den Stroms Stärke richten, theils der Direktion der Buhne ziemlich weit hinaus folgen.

§. 141. Und nun sehen wir uns im Stand die wahren Ursachen von diesem Erfolge zu sagen. Der Stromstrich folgt der Richtung der Buhne b c, ohne zu reflektiren. Denn wenn er von b reflektiren sollte, so widersteht ihm der übrige Strom nach seiner Direktionslinie, und drängt ihn an die Buhne heran, darüber er nicht nur zurücke prallt, sondern es wird auch sein Schuß, weil diese Kraft sich gleichfalls mit dem Hauptstriche vereiniget, noch dazu vermehret. Folglich verstärken die Buhnen die Heftigkeit der Striche. Fig. 35.

Hingegen die Gegenwirkungen der übrigen Strombahn A verursacht, daß der Strich sich allmählich krümmt, und wieder ans Land getrieben wird. Nun könnte man aus der gegebenen Stärke oder der Geschwindigkeit des Stromstrichs und der Geschwindigkeit des übrigen Stroms die Bahne der Stromstriche berechnen, aber wozu? Die Ungleichheit der Bewegung, die sich in den Strichen selbst befindet, würde unsre Rechnung mit vielen Anomalien überhäufen, und am Ende gar unbrauchbar machen. Ueberdem so sind noch wichtigere Gründe vorhanden welche die Richtung der Buhnen bestimmen.

§. 142. Was die Einbrüche in das gegenüber stehende Ufer betrifft, so nahm ich ferner wahr, daß diejenigen Buhnen, welche die Normalbreite nicht schmälerten, dem Gegenufer nichts abgenommen hatten, zwischen den Einrissen aber fand sich die Normalbreite, und was mit derselben gegenüber erreicht werden konnte, hatten die Buhnen abgetrieben. Fig. 37 a b c zeigt den Einriß einer steilen, und d e f den Einriß einer schrägen Buhne. Jedoch Tab. VI. Fig. 37.

mit dem Unterschiede, daß diese Einrisse schmäler waren, als die Normalbreite, wenn die Geschwindigkeit des ganzen Stroms unterhalb der Buhne zunahm, und wenn sie oberhalb schneller als unterhalb befunden wird; so war der Einriß etwas breiter, als die Normalbreite. Ein wenig bedeutender Umstand! Woraus denn folgt, daß so wohl g h die Schräge wie auch die Länge der Buhnen, als auch ihre Kathete h i oder Abstand des Kopfes vom Ufer sich nach der Normalbreite des Stroms und der Größe des Abbruches, den man im Gegenufer entweder befördern oder verhüten will, richten müssen.

§. 143. Beynahe hätte ich, aus Begierde diese Beobachtung durch Folgerungen nützlich zu machen, vergessen, den Ursachen dieser Natur und Kunstbegebenheit nachzuspüren! Eine Buhne, welche die Normalbreite schmälert, wird sie nicht den Strom zwischen sich und dem Gegenufer zusammendrängen? Allerdings. Der gedrängte Strom, wird er nicht stärker gegen dieses Ufer wirken, als er vorher gewirket hat? Wenn dieses Ufer aus leicht zu trennenden Theilen zusammengesetzet ist, wird diese der Strom nicht mit sich fortgehen heißen? Nothwendig. Ist es nicht auch wahr, daß der Stromstrich die Stromtiefe nach und nach dem gegenüber liegenden Ufer nähern wird? Offenbar! Wenn nun aus diesem Grunde das Ufer steiler wird, muß nicht Sand und Erde nachstürzen, weil ihm der Grund allmählich entgehet? Und also wird das Gegenufer so lange abreißen, bis die Normalbreite wieder hergestellet worden. Daß sich aber dieses alles zugleich auch nach der Normalgeschwindigkeit richten müsse, ist um so viel begreiflicher, je offenbarer die Breite der Ströme nach ihren vermehrten oder vermindertten

ten Geschwindigkeiten ab und zunimmt, wo anders Abfluß und Zufluß als die Hauptregel der Ströme einander gleich seyn müssen, wenn der Strom nicht aufschwellen oder versiegen soll.

§. 144. Diejenigen Aufgaben, welche die Anlegung der Buhnen bestimmen, gehören in den praktischen Theil, es sey genug, daß hier diejenigen aufgelöset werden, welche ein Richter vor Augen haben muß, wenn er über projektirte oder wirklich angelegte Buhnen ein gründliches und mit dem Erfolge zutreffendes Urtheil sprechen will.

§. 145. Kajus will oder hat eine Buhne bereits angelegt, die sein Ufer für Abbrüche bewahren, oder etwa seinen Deichen nur Vorland verschaffen soll. Sein Nachbar gegenüber, an dessen Ufer Kajus keine Anforderung hat, befürchtet, diese Buhne möchte noch dienstfertiger seyn, als sie es seyn sollte, und ihm ein Stück aus seinem begraseten Ufer wegreißen, er stellet hierüber den Kajus zur Rede. Nein! antwortet Kajus, mein Buhnenmeister versichert das Gegentheil, und ich habe Macht mein Ufer zu beschirmen. Titius spricht ja, Kajus nein, die Sache verwandelt sich in einen Prozeß und gelanget zum Richter. Der Richter berufet unpartheyische Kunstverständige, diese besichtigen den Buhnenbau und sagten gern die Wahrheit, wenn sie solche zu finden wüßten. Indessen finden diese vor gut das Nein des Kajus zu bestätigen, sie berufen sich auf die Erfahruug, die Gründe aber besitzen in ihrer Brust so tief verschlossen, daß sie selbst nicht im Stande sind, sie aus ihrer Gefangenschaft zu erlösen und ans Licht zu ziehen. Kajus bekommt Recht, Titius Unrecht, er trägt also die Unkosten, und nach einigen Jahren verlieret er einige Morgen Lan-

des, der Prozeß gehet nun von vorn an, und da verwandeln sich die Kunstverständigen in jene widersprechende Zeugen. Nun wissen wir, des Kajus Buhnen sind schädliche Werke. Aber wie viel soll von denselben abgenommen werden, daß sie aufhören, Uferraub zu begehen? Die Reihe kommt wieder an Kunstverständige, diese denken: lieber zu viel, als zu wenig, Kajus soll einige Ruthen von seinen Buhnen abnehmen. Er thut es und stirbt. Einige Jahre nachher behaupten seine Erben, gegen des Titius Erben, es sey zu viel Länge weggenommen worden, weil ihr Ufer darüber zusammt den Buhnen zu Grunde gegangen. Da entstehet denn wieder die Frage, wie weit kann dem Kajus erlaubt werden, Buhnen in den Strom hinein zu führen? und so weiter fort bis ins Unendliche hinein.

§. 146. Was antworten wir denn? Der Prozeß hätte eben so bald als er entstanden, geschlichtet werden können. Man hätte die Normalgeschwindigkeit nebst der Normalbreite messen sollen, und dafern sich in der Gegend, wo die Buhne angelegt worden, keine Verschiedenheit zwischen der obern und untern Geschwindigkeit gefunden: so hätte man die Normalbreite zwischen dem Zirkel fassen, und mit dieser Distanz an des Titius Ufer hinstreichen sollen. Träfe nun der senkrecht gegenüber gerichtete Zirkelfuß die Buhne des Kajus nicht; so ist Kajus unschuldig. Im Fall aber die Buhne berühret wird; so muß so viel abgenommen werden, als durch die Spitze des Zirkels abgeschnitten wird Z. B. die Buhne A ist dem gegenüber liegenden Ufer gefährlich, denn die Normalbreite c b kann sie bey c noch fassen, und so viel als c a beträget, sollte sie von ihrer Länge verlieren. Die Buhne B hingegen ist an

Tab. VI. Fig. 36.

allen

allen Einrissen, die etwa sonst Sturm oder Eisgang, oder eine zu nahe an das Ufer gelagerte Schiffmühle verursachen können, völlig unschuldig, sintemal zwischen ihrem Haupte und dem Gegenufer eine völlige Normalbreite übrig geblieben.

Sollte aber der Strom unterwärts der Buhne seiner Normalbreite wegen seine Geschwindigkeit schmälern; so erhellet von selbst, daß man alsdenn die mittlere Proportion zwischen der obern und untern Breite zu erwählen habe, ingleichen daß man die größere untere Breite zum Maaße der Entfernung der Buhne vom Ufer anwenden müsse, im Fall der Strom vor der Buhne mehr Geschwindigkeit äußert, als unterhalb derselben. §. 143.

1ste Anmerk. Man theilet die Buhnen ein in Offensiv- und Defensionwerke oder mit Teutschen Teutsch zu sprechen, in angreifende und beschützende. Hier siehet man klärlich, daß alle Buhnen, welche nicht die Normalbreite schmälern, zu den beschützenden, und die in dieselbe eintreten, zu den angreifenden gehören.

2te Anmerk. Es ist dennoch ein Fall möglich, wo man mit einer Buhne, die noch nicht über die Normalbreite schreitet, gleichwohl dem Gegenufer schädlich werden kann, nämlich folgender: wenn das Gegenufer einen heftigen Stromstrich herüber wirft, und dieser von einer kurzen Buhne völlig aufgefangen werden kann, der übrige Strom aber schwach ist, den Stromstrich bald genug zu krümmen; alsdenn schweift er sehr weit aus und kommet mit der Stromtiefe dem Gegenufer zu nahe, welches dadurch abbrüchig wird, und mit Deckwerken befestiget werden muß.

3te Anmerk. Ohne Stromcharte lässet sich dieses alles nicht gründlich beurtheilen, die also in Ansehung der Ufer, des Buhnenwerks, der Normalbreite, Normalgeschwindigkeit, des Stromstrichs und der Bahn der Stromtiefe sehr genau aufzunehmen ist, wenn sie etwas entscheidendes in sich halten soll.

§. 147. Bey angreifenden Wasserwerken, denn auch diese sind oftmals nöthig, um eine schädliche Zunge oder Insel wegzuschaffen, hat man sich nur dergestalt zu verhalten, daß man vorläufig den Theil desjenigen Landes, so abgetrieben werden soll, abzeichnet, hierauf mit der Normalbreite auf der gezeichneten Linie hinfähret; so wird die Parallellinie die Gränze des eintretenden Packwerks ankündigen. Man hat hier einige Behutsamkeit zu beobachten: wenn ein gar zu beträchtlicher Theil weggerissen werden sollte; so würde die Buhne sich sehr weit in den Strom hineinlegen und dafern sie auch stark genug wäre, den Stoß eines so beträchtlichen Theils des Stroms auszuhalten, ohne weggetrieben zu werden, so wird sie gleichwohl den Strom zu sehr spannen und Ueberschemmung verursachen. Diesem Unheile wird vorgebeuget, wenn man von Jahr zu Jahr tiefer in den Strom hineinrücket und die vorige Buhne in etwas verlanden lässet, ehe man zu ihrer Verlängerung sich entschliesset. Alsdenn erweitert sich auch nach und nach die Strombahn und man ist für überschwemmende Eisstopfungen gesichert.

§. 148. Weil die schräge Richtung der Buhne §. 141. 143. durch den Weg, den der Stromstrich und Tiefe zu Erreichung unsers Endzwecks nehmen soll, bestimmet wird; so könnte man bey mancher Gelegenheit in Versuchung gerathen entsetzlich lange

Buh-

Buhnen anzulegen, die fast unerschwingliche Unkosten nicht nur bey der ersten Anlage, sondern auch bey Unterhaltung dieser Ungeheuer, so beständig mit Eis und Fluth des halben Stroms zu kämpfen haben, Jahr aus Jahr ein verursachen: nicht zu gedenken, daß sie bey jähen und reißenden Fluthen oft das grösseste Unglück anrichten und noch dazu, wenn das Wasser über sie wie ein Wasserfall herstürzet, schlechte Dienste leisten, und am Ende, wenn sie genug Schaden gethan, den ganzen Strom in Unordnung bringen, und unnöthiger Weise zu Anlegung neuer Wasserwerke Gelegenheit geben, die dasjenige wieder gut machen müssen, was jene schlimm gemacht haben.

Aber es sind vortheilhaftere Mittel vorhanden, dergleichen große Endzwecke ins Werk zu richten. Weil die tägliche Erfahrung lehret, daß der Stromstrich sich nicht nach der Direktion der Buhne richte, so oft vor dergleichen Werken eine hervorragende Ecke befindlich ist. Z. B. Tab. VII. Fig. 38. wird sich der Strich nicht nach der Linie c b, sondern nach a b bewegen, weil die Ecke a nicht erlaubt, daß der Stromstrich gerade zu die Buhne c b treffen kann: so ist es nun einerley, ob der Strich a b durch die Fläche einer Buhne genöthiget werde, diese Bahn zu verfolgen, oder ob andere Ursachen vorhanden sind, die ihn führen. In solchen Fällen kann man sich eines glücklichen Vortheils bedienen und eine gar zu ungeheuer lange Buhne d g in zwo andere e f und g h verwandeln, welche eben so viel leisten werden, als die Buhne d e g. Tab. VII. Fig. 38.

Anmerk. Wie nöthig ist es nun nicht, bey Anlegung der Wasserwerke von dieser Art sich nach der Beschaffenheit und Lager der Ufer vorher wohl um-

zuse-

zusehen, um dergleichen ansehnliche Vortheile nicht ungenützet zu lassen.

Tab. VII. Fig. 39. §. 149. So heilsam es ist, die überflüßigen Stromarme abzuschneiden, und die Inseln wegzuschaffen; so können doch Begebenheiten sich zutragen, welche die Eröfnung vormaliger Stromarme anrathen. Z. B. A B wäre ein verlassener Stromarm, seit dem stürzte der Strom durch den Kanal C D E auf das gegenüber befindliche Ufer F los, und risse daselbst einen Streifen nach dem andern vom Ufer ab. Nun könnte diesem Unfuge am leichtesten abgeholfen werden, wenn nach Eröfnung des Afterarmes A B die Insel wieder hergestellt, und der Strich G durch den Strich H abgewiesen und in seine ordentliche Mittelbahn hingelenkt würde; es fragt sich aber, ob eine bey F anzulegende Buhne diese Wirkung leisten werde?

§. 150. Die Buhne F wird allerdings den Strich dem Kanale A B zuweisen, aber der übrige Strom wird ihn bald genug ablenken, und da der versandete Arm wie Ufer zu betrachten ist; so könnte zwar die Buhne eine Lücke a b c herausarbeiten, nie aber den Arm vertiefen, und schiffbar machen, als worzu andere Anstalten erfordert werden. Sollte sich irgendwo einmal eine solche Seltsamkeit begeben haben, daß durch eine gegenüber angelegte Buhne ein Stromarm eröfnet worden; so hat man solches Glück mehr einem anderweitigen Zufalle, etwan einer vom Sturme in den Arm hinein getriebenen Eisfahrt, als den Einsichten des Baumeisters zuzuschreiben. Zuweilen giebt es Leute, die nie glücklicher sind, als wenn sie ohne alle Einsicht etwas wagen. Indessen ist es nöthig, nach Eröffnung des Stromarmes eine solche Buhne anzulegen, um einen

Strom-

Stromstrich hineinzuweisen, der den Arm ausfegt und rein hält.

§. 151. Nachdem gezeigt worden, wie die Strombahn durch Buhnen hingelenket werden könne, wohin die besondern Umstände es erheischen; so begegnet uns eine Aufgabe, deren Auflösung anfangs in der Gestalt einer Unmöglichkeit erscheinet. Ströme fließen durch ein beständiges Gefäll abwärts fort, und endlich ergießen sie sich in ein Weltmeer, das wenigstens Jahrhunderte lang nicht merklich ab und zunimmt. Man weiß, daß man das Gefäll zu verändern habe, wenn man ihre Geschwindigkeit vermehren oder vermindern wolle; und eben dieses ist es, was wir am wenigsten in unsrer Gewalt haben, zumal wenn man auf nichts geringeres bedacht ist, als den Lauf ganzer Ströme entweder zu beschleunigen oder abzumatten. Dennoch hat die gnädige Vorsehung des weisen Schöpfers uns Mittel übrig gelassen, auch in dieser Absicht die Stromwelt zu beherrschen und sie uns unterwürfig zu machen. Denn der Mensch, im Ganzen genommen, soll nach Gottes Verordnung das herrschende Geschöpf des ganzen Erdplaneten seyn.

§. 152. Alles können wir freylich nicht ausrichten, sonst hätten wir längst die Erde umgekehrt, aber doch manches, doch vieles. Der Endzweck, warum man eine hurtigere Bewegung der Ströme veranlasset, ist nicht der Vortheil der Schifffahrt; was gewinnt der Schiffer, wenn er hurtiger stromab, und nachmals desto langsamer stromauf fähret? sondern man will entweder Wasserräder anlegen, und diese sollen sich schnell bewegen, oder man sieht sich genöthigt, Ueberschwemmungen theils zu verhüten, theils wenn man sie nicht ganz verhüten kann, doch wenigstens

nigstens durch einen schnellen Abfluß des Gewässers sich ihrer bald wieder zu entledigen.

§. 153. Wenn man keine Ueberschwemmungen zu besorgen hat, das ist, wenn der Strom in hohen Ufern fließet, so kann man jedes ein den Wasserrädern nöthiges Gefälle durch Schmälerung der Strombahn hervorbringen, und ein jedes unterschlächtiges Wasserrad kann sich an zwey Fuß bis achtzehen Zoll Gefälle, welches die Müller Druckwasser zu nennen pflegen, im Gegensatz des Gefälls im Untergerinne, begnügen lassen. Man kann aus der Tabelle, Seite 81. die Geschwindigkeit aufsuchen, die man sich von einem solchen Gefäll zu versprechen hat. Dem ohnerachtet befiehlet die Klugheit auch selbst die Vorsorge neben Mühlen, den an übermäßigen Oberfluthen nichts gelegen, vielmehr dadurch verwüstet werden, so geräumige und tiefe Freyarchen anzulegen, daß man im Nothfalle den brausenden und aufgeschwollenen Strom abzapfen kann. Bey gar zu grossen Strömen verbietet sich diese Vorsorge von selbst, diese lassen sich so nicht einschränken, es wäre denn daß man sich eines Nebenarmes zu seinen Absichten bemächtigen könnte, wie solches bey Magdeburg und sonst hin und wieder geschehen. Bey Magdeburg hat man durch einen Damm, der unter der Brücke fortgeht, so gar einen Nebenarm durch die Kunst hervorgebracht, der sonst nicht vorhanden wäre.

Anmerk. Alle Einschränkungen der Strombahn bringen oberwärts eine Stauung zuwege, wofür man sich so viel, als möglich, zu hüten hat. Wenn nun ein Ort so gelegen, daß man kein Gefäll erhalten kann, ohne die Oberländer der Gefahr der Ueberschwemmung zu unterwerfen, da

müssen

müssen keine Mühlen angeleget werden, sondern man wird sich mit mehrern Nutzen und wenigerer Gefahr der Schiffmühlen bedienen. Weil aber mehrentheils niedrige Gegenden Freyarchen erlauben, so muß man sich bey kleinern Strömen diesen Vortheil zu Nutzen machen. - Ueberhaupt können nur daselbst Mühlen angelegt werden, und, wenn sie angelegt worden, stehen bleiben, wo man erweisen kann, daß Mittel genug vorhanden, Ueberschwemmungen abzulassen.

§. 154. Oft fügt es sich, daß der Strom nur in einer gewissen Gegend zu langsam fortschleicht, und daher den Aeckern und Wiesen gefährlich wird, zumal bey niedrigern Ufern, man entschließt sich, diese Gefahr abzuwenden, dem Wasser einen geschwindern Abfluß zu verschaffen. Nun kann schlechterdings nicht mehr Wasser abfließen, als von obenher nachfolgt. Beschleunigt man also den Lauf, so erniedrigt man zugleich den Wasserstand des Stromes, und durch beydes wird derselbe unfähiger auszutreten. Außer dem werden unvermeidliche Ueberschwemmungen nicht gar zu lange sich auf den benachbarten Feldern und Wiesen aufhalten können, indem sie gar bald sich in den Strom zurückziehen, so bald der zu häufige Zufluß ausbleibet. Ein jeder Kanal vermehrt die Geschwindigkeit des Gewässers, wenn sein Gefäll vergrößert worden, woran wohl niemand zweifeln dürfte, wenn er auch zweifeln wollte. Eben so gewiß ist es, daß die Vergrößerung des Gefälls das einzige übrige Mittel ist, die Strombahn zu beschleunigen, §. 52. Auf was für Art und Weise aber dieses Mittel bewerkstelliget werden könne, ist eine Sache, womit sich sowohl die Scharfsinnigkeit und ein erfinderischer Witz, als

auch die Klugheit und Vorsichtigkeit sehr zu beschäftigen Ursache finden wird.

§. 155. Ehe und bevor man an einen Plan von dieser Art Hand anlegt, sehe man sich nach den Hindernissen um, welche der Geschwindigkeit des Stromlaufs Abbruch thun. Serpentinen, Stromengen und zu sehr erhöhete Fachbäume oder andre Hebungen des Grundbettes, welche zuweilen die Natur selbst veranstaltet hat, sind die gewöhnlichen. Von verwachsenen und verschilften Strombahnen ist hier nicht die Rede, da es in aller Absicht Unsinn ist, einen Strom verschilfen zu lassen.

§. 156. Serpentiret der Fluß; so wird man sich sehr irren, wenn man zu seinem Endzwecke durch Hebung der beyden übrigen angezeigten Hindernisse zu gelangen glaubte. Diese können nicht eher dasjenige leisten, was sie leisten sollen, als bis der Strom im Stande ist schneller zu laufen, und dieses kann er gewiß nicht, so lange er in jeder Krümme seine erlangte Geschwindigkeit wieder verliert. Die Durchstechung der Serpentinen ist also das erste, und ich wollte fast sagen das souveraine Mittel den Strom zu beleben.

§. 157. Die Erniedrigung des Wasserstandes steht mit der Geschwindigkeit im geraden Verhältnisse. Wüßte man doch, wie sich die Geschwindigkeit des Flusses in der Serpentine zu der Geschwindigkeit im neugezogenen Durchstrichsgraben verhalten werde? Das dritte Kapitel wird die Antwort auf diese Frage ertheilen können. Daselbst ist §. 64. und 65. alles abgehandelt worden, was zu diesem Vorhaben vorläufig zu wissen nöthig ist. Unter andern ist §. 64. angeführt worden, daß sich die Geschwindigkeiten gegen einander verhielten, wie die

Sinus

Sinus der Neigungswinkel ihrer schiefliegenden Flächen, das ist, wie die Winkel selbst. Z. B. Tab. VII. Fig. 40. werden sich die Geschwindigkeiten auf den schiefen Flächen EC, EB, EA, gegen einander verhalten, wie die Winkel C, B, A,. Da nun das Gefäll ED immer einerley bleibt; so verhalten nach der Geometrie diese Winkel sich gegen einander, wie die Hypothenusen EC, EB, EA, umgekehrt, folglich auch eben so die Geschwindigkeiten. Es sey AE gleich einer nach einer geraden Linie gemessenen Serpentine = 100 Ruthen und CE, gleich der Länge des Kanals der durchgestochnen Serpentine = 50 Ruthen; so wird sich die Geschwindigkeit des Wassers in der Serpentine zu der Geschwindigkeit im neuen Kanale verhalten, wie 100 zu 50 umgekehrt. Hätte es nun in der Mitte der Serpentine in einer Sekunde 2 Fuß zurück gelegt; so wird es künftig in der Mitte des neuen Kanals 4 Fuß vollenden. Welches das erste war. Weil die Wasserkonsumtionen einerley bleiben, wenn bey gleichweiten Kanälen sich der Wasserstand umgekehrt verhält wie die Geschwindigkeiten, in den neuen Graben aber nicht mehr Wasser zufliessen kann, als vorher eingetreten; so muß sich die Wasserhöhe eben so erniedrigen, als die Geschwindigkeit zugenommen. Also 100 : 50 = A : a. Es bedeutet A die vorige Wasserhöhe, a die künftige. Folglich erniedrigen die Durchstiche der Serpentinen das Wasser, welches das zweyte war, §. 112.

§. 158. Der fernere Erfolg dieser Arbeit wird der seyn, daß sich auch das Wasser oberhalb der Serpentine beleben wird. Denn indem es sich bey dem Orte des Eintritts in den neuen Kanal erniedriget; so wird auch das Gefäll, mithin die Ge-

schwindigkeit der vorhergehenden Strombahn vergrößert. Unterwärts wird keine Beschleunigung erfolgen, es wäre denn, daß von da an der Strom dasselbe Gefäll fortsetzte, §. 66. Denn nach §. 65. erlangen alle von verschiedenen schiefliegenden Flächen, die einerley Kathete haben, herabrollende Körper am Ende einerley Geschwindigkeit: folglich bleibt die Geschwindigkeit des Stromes am Ende der Serpentinen unverändert, wenn eine neue aufhaltende Krümme erfolget. Ergießt sich aber der neue Kanal in eine gerade Strombahn von eben dem Gefäll, als der neue Graben; so wird die Kathete ED gröſſer, und die Geschwindigkeit nimmt zu. Wiederum nimmt das Gefäll der folgenden Bahn ab; so geht es, wie bey der Cycloide, welche die zunehmende Geschwindigkeit hemmet.

1ste Zugabe. Wenn man diese Geschwindigkeiten in allen Punkten des Durchstrichs zugleich mit allen Folgen oberwärts und unterwärts des Kanals noch so genau bestimmen wollte; so würde solches von keinem Nutzen seyn, weil man theils mit Linien von ganzen Meilen zu thun bekommen dürfte, theils die Wendungen und Serpentinen zu häufig sind, als daß man sie alle auch nach ihrem Gefäll messen könnte. Ein sicherer Vorschlag: Im Falle sich das Wasser bey der nächsten Serpentine oder irgend einer folgenden nachmals zu sehr häufen wollte; so steche man sie gleichfalls durch, und fahre so lange fort, bis der Strom schnell genug geworden. Bey schiffbaren Strömen wird man um so mehr Vorsichtigkeit anzuwenden haben, nicht gleich anfangs alle Krümmen durchzugraben, weil selbige dadurch ihre Schiffbarkeit verlieren würden.

are Zugabe. Auch hat man sich zu hüten, daß man die Serpentinen nicht in der Mitte; sondern an den äußersten Beugungen: wie z. E. Tab. VIII. der Durchstich AE anzeigt, durchgrabe. Daß man auf diese Art nicht nur wenigere Unkosten verursache, sondern auch mehr Land gewinne, lehret der Augenschein, sintemal das ganze übrige Strombett BCD bey guter Anlage der übrigen nöthigen Wasserwerke in urbares Land verwandelt wird.

§. 159. Wie aber dann, wenn keine Serpentinen oder Krümmen in der Nähe vorhanden wären, durch deren Abänderungen man sich aus der Verlegenheit in Wassersnoth zu gerathen herausziehen könnte? Vielleicht fände sich, bey einer nähern Untersuchung, daß man durch Buhnen von beyden Seiten, oder allerhand andere eintretende Werke den Strom aufgeschwellet hätte? Vielleicht hat die Natur dergleichen Bollwerke dem Strome entgegen gesetzet? Man lese §. 50. und erweitere die eingeschränkte Strombahn durch Wegreißung dieser Hindernisse. Man lese aber auch die Anmerkungen, damit man nicht die unrichtigen Mittel erwähle. Denn die durch Einbaue beförderte Geschwindigkeit erstrecket sich nicht auf ganze Stromlängen, sondern nur auf kurze Distanzen, wo man Mühlen- und Wasserräder anzulegen gedenket.

§. 160. Würde endlich die Trägheit des Stroms lediglich von Fachbäumen abhangen; so muß man entweder dieselben erniedrigen, oder durch Freyarchen sich helfen. Manchmal ziehet ein Felsengrund uns diese Wassersnoth zu. Aber dieser kann entweder ausgehauen werden, oder wo nicht, so führet man den Strom um denselben herum, wie es sich immer thun lassen will.

Anmerk. Wie man sich der wahren Stromarme zu seinen Absichten bedienen könne, ist bereits §. 128. angemerket worden.

§. 161. Ich kann diese Materie nicht verlassen, ohne noch eines besondern Mittels eingedenk zu seyn, durch dessen Anwendung man die Geschwindigkeit eines ganzen Stroms vermehren kann, nur Schade, daß man selbiges blos alsdenn anwenden darf, wenn ein Strom einen fehlerhaften Ausfluß angenommen. Manche Ströme, ehe sie sich in andere, oder auch in die See, ergießen, laufen, als wollten sie wieder in sich selbst zurück kehren, mit einer schädlichen Wendung dem nächsten Orte dieses Ausflusses vorbey, und schwächen dadurch ihr Gefäll; andere wenden sich dergestalt gegen die Bahn ihres Hauptstroms, daß sie, nicht anders als wollten sie zuvor mit ihm kämpfen, ehe sie es wagen, sich seinem Schooße anzuvertrauen, gerade seinem Schusse entgegen laufen. Man hat meiner Anweisung nicht nöthig, um auf eine vortheilhaftere Einmündung zu denken. Sollte noch dazu der Hauptstrom schneller fließen als der Nebenstrom; so ist solches ein Zeichen, daß ersterer ein stärkeres Gefäll besitze. Je tiefer herunter man nun den Nebenstrom eintreten läßet, desto mehr wird sein eigenes Gefäll mit vermehret. Gesetzt auch, daß Mühlen und andere Stauungen unterwegs seine Geschwindigkeit hemmen wollten; so bekommen doch dieselben eben dadurch ein stärkeres Gefäll mit, und zapfen schneller ab, wo nicht, so wird man ohne Schaden der Mühlen ihre Fachbäume erniedrigen, und auf solche Art habe ich wohl nicht unrecht, wenn ich behaupte, diese Vorkehrung sey ein Mittel den ganzen Strom zu beschleunigen.

§. 162.

§. 162. Ich erinnere mich, daß ich vorhin versprochen, auch eine Anweisung zu geben, wie man einen Strom vertiefen könne. Diese Metamorphose hat lediglich den Vortheil der Schifffahrt zum Gegenstande; so wie die Vermehrung der Geschwindigkeit den Mühlen und Grundstücken zu statten kommet. Es gehört also die Abhandlung zu der Lehre von Schiffbarmachung der Ströme. Zugleich aber wird sie auch derjenige benutzen können, dem daran gelegen, zuweilen seine Wiesen bewässert zu sehen.

§. 163. In den mehresten Fällen ist die Vertiefung eines Stroms nicht anders als seine Aufschwellung, mithin wird alles, was ihn langsamer macht, zugleich ihn vertiefen. Man veranlasse Krümmen und Serpentinen, man baue von beyden Seiten in den Strom hinein, man erhöhe die Fachbäume und lege Schleusen an, man richte seinen Ausfluß so ein, daß er erst durch Umschweife dahin gelangen könne, wo er aufhöret Strom zu seyn, man leite allerhand benachbarte Seen und Bäche in seinen Kanal, so hat man ihn vertiefet, oder soll ich lieber sagen, erhöhet.

§. 164. Ob man so mit dem Strome zu Werke gehen dürfe, das werden die Ufer uns zu wissen thun, und noch mehr die Strombewohner. Denn alle diese Unternehmungen müssen nicht vorgenommen werden, wenn man dabey unvermeidliche Wassersnoth den Ländereyen zuziehet. So lange und in so fern dieses nicht zu befürchten, kann man sich der nächsten und wohlfeilsten Mittel bedienen den Strom da zu vertiefen, wo man es für nöthig befindet.

§. 165. Es ist aber noch ein anderer Vorfall möglich, wo man Versandungen aus Strömen und

Häfen herausschaffen soll. Alles, was man nur immer von Erfahrungen von glücklichem Erfolge ausfündig gemachet hat, läuft lediglich darauf hinaus: man schränke die Strombahn ein, so wird der Strom reißender, und dann vertieft er sich selbst. So reiniget man Ströme, Kanäle und Häfen auf die sicherste und wohlfeilste Art. Dieser Umstand erinnert mich noch an eine andere wichtige Stromarbeit. Manche Strombesitzer erlauben dem Flusse alle nur mögliche Unordnungen, kein Ufer wird verwahrt, keine Sandhäger werden angehägert, keine Buhnen dürfen die reißenden Stromstriche abhalten, da wird denn endlich der Strom zur Schifffahrt zu seichte, und schweift weit und breit aus. Wohlan, man thue das, was man unterlassen, bringe den Strom in eine ordentliche Bahn, und gewinne Tiefe und zugleich Land.

§. 166. Will dann das Unglück, daß man schlechterdings sich keines Stromstriches bemächtigen, oder sonst seine Geschwindigkeit vermehren, oder durch Eröfnung der Schleusen die Kanäle vermittelst der Fluth ausfegen kann; es ist aber falsch, daß man nicht sollte Schleusen mit allen Thoren zu eröfnen im Stande seyn: so pflegt man sich mit beggern zu behelfen. Das heißt so viel, man schöpft Sand aus dem Grunde heraus, der sich nächstens wieder einfinden wird.

§. 167. Endlich kommen wir zur Erweiterung und Schmälerung der Strombahne. Geschmälert wird sie durch Buhnen, und wenn sie geschmälert bleiben soll, so legt man von beyden Seiten gleich lange und gleich schräge Werke an. Hingegen Ströme zu erweitern, hat man nicht nöthig, es wäre denn bey kleinen Flüssen, die man durch Deichgräber

ber und Handarbeiter erweitern und hinlenken kann, wohin man nur immer für gut findet. Der Strom ist stark genug, sich seine gehörige Breite selbst zu verschaffen. Wo ich nicht irre; so bin ich nunmehr alle nur mögliche Veränderungen, die man mit der Strombahn vornehmen kann, durchgegangen, und habe nunmehr Erlaubniß erlanget den theoretischen Theil dieses Werkes zu beschließen *).

*) Die Kleinigkeiten, so ich etwa noch hätte anbringen können, habe sorgfältig vermieden, weil sie in die Anwendung der Theorie auf vorkommende Fälle den Wasserkünstler nur irre machen. Sollte aber noch hin und wieder etwas übergangen worden seyn, so denke ich solches in dem nunmehr folgenden praktischen Theile gehörigen Orts nachzuholen und einzuschalten.

Praktischer Theil.

Das erste Kapitel.

Von Stromvermessungen.

§. 168.

Wenn Einsichten, so aus Wissenschaften erlanget werden, zur Ausübung gebracht werden sollen; so finden sich mancherley Schwierigkeiten. Bald zweifelt man, ob bey vorkommenden besondern Fällen dieser oder jener Lehrsatz anzuwenden sey, bald verwickeln sich mehrere Regeln mit einander, und erzeugen Ausnahmen und scheinbare Widersprüche; bald haben die Umstände einen nachtheiligen Einfluß in unser Vorhaben. Wie nöthig ist es demnach nicht, auch eine Anweisung bey der Hand zu haben, die uns gleichsam führet, wenn wir taugliche Plane entwerfen und entworfene ins Werk richten wollen! Also wird dieser praktische Theil des Wasserbaues nicht überflüßig seyn.

§. 169. Wie man sich bey Stromvermessungen zu verhalten habe, ist die erste Frage, deren Beantwortung uns den Weg zu den folgenden Abhandlungen eröfnen wird. Denn ohne eine richtige geometrische Vermessung der Strombahn lassen sich weder zutreffende Plans entwerfen, noch beurtheilen. Zwar was die Aufnahme einer Stromcharte mit der Ausmessung eines jeden andern Feldes gemein hat,

können

können wir der Geschicklichkeit des Feldmessers sicher überlassen, aber bey dem Nivelliren und der Profilvermessung wird manches zu erinnern vorkommen.

§. 170. Wenn irgend eine geometrische Aufgabe mit Genauigkeit und Behutsamkeit aufzulösen ist; so erfordert solches die Abwägung des Gefälls, wobey zuweilen die Unrichtigkeit so gar von Viertelzollen und Linien unsere Rechnungen unrichtig machen, und die geschöpfte Hoffnung von einem guten Ausgange unsrer Unternehmung vereiteln kann. Sonst pflegt man erst das Werkzeug zu beschreiben, ehe man seinen Gebrauch empfiehlet, und diesesmal werde ich zuvor den Gebrauch abhandeln, ehe ich untersuche, ob es solche Werkzeuge gebe, deren man sich bequem bedienen könne, diese Arbeit glücklich zu Stande zu bringen.

§. 171. Man kann durch Wasserwägen sowohl die scheinbare, als auch wahre Horizontallinie finden §. 38. Aber an der erstern ist uns bey diesem Vorhaben nichts gelegen, die wahre allein entscheidet, und diese muß man finden. Die wahre Horizontallinie ist ein Bogen aus einem der größten Zirkel der Erdkugel und das Gefäll ist nach Tab. I. Fig. 1. eine Abneigung der Strombahn von diesem Bogen. Wenn nun die Wasserwage aus ihrem Standorte a Fig. 42. nach b nur die gerade Linie ab visiret, welche jederzeit eine Tangente der Erdkugel ist; so muß man entweder durch eine Rechnung den Unterschied zwischen der scheinbaren und wahren Horizontallinie cb finden, und denselben von der visirten Höhe abziehen, oder man muß sich derer dießfalls schon berechneten Tabellen bedienen, oder man muß auf eine solche Nivellirart denken, wo die Krümmung der Erdkugel gar keinen Abbruch thun kann. Tab. VIIII. Fig. 42.

An-

Anmerk. Wer sich indessen dieser Methode bedienen will, der wird von der Visirhöhe e c erstlich e b = a d, als die Höhe des Instruments, und dann b c die Krümmung der Erdkugel, welche auf 6000 Pariser Fuß schon 11 Zoll beträget *) a), abzuziehen haben, der Rest ist das Gefälle. Begehet man hier in einem oder dem andern Punkte nur den geringsten Fehler; so ist die ganze Operation falsch. Nein, zu dieser mißlichen Arbeit kann man in einer so feinen Sache niemanden rathen.

§. 172. Diejenige Methode, die bey Strömen brauchbar ist, soll demnach so beschaffen seyn, daß die Abweichung der wahren Horizontallinie von der scheinbaren oder astronomischen keine Irrung verursachen darf. Wie sind denn nun aber die Lichtstralen beschaffen, welche von dem Visirpunkte zu den Dioptern des Instruments hinfahren? dürfen wir uns darauf verlassen, daß dieselben, wie man meinet, nach geraden Linien fortstreichen? Nichts weniger! Ein Lichtstral verändert augenblicklich seine Bahn, so bald er aus einer dünnern Luft in eine dichtere oder aus einer dichtern in eine dünne fähret. Die obere Luft ist dünner, als die untere, daher entstehet eine Brechung und die von den Sternen

*) Picard hat uns in seinem Traité du nivellement diese Tafel geliefert, die aber nach den weitern Bestimmungen des Diameters der Erde verbessert werden muß.

a) Nun kann man für Deutschland mit ziemlicher Zuverläßigkeit den Durchmesser der Erde = 6721000 Wiener Klafter setzen; und findet bey dieser Voraussetzung die Erhöhung des scheinbaren Horizontes für 1000 Wiener Klafter = 10′ 8½″′ Wiener Maaß.

nen des Himmels in gerader Linie auf den Erdbo-
den zufahrenden Stralen beschreiben, indem sie durch
die Atmosphäre dringen, eine krumme Linie, der-
gestalt, daß wir keinen einzigen Stern an seinem
wahren Orte erblicken, nur denjenigen ausgenom-
men, welcher den Scheitelpunkt berühret. Je nä-
her ein Stern dem Horizonte stehet, desto mehr hebt
ihn die Luft. Die Astronomen haben eine Refrak-
tionstabelle berechnet, nach welcher die Horizontal-
brechung des Lichts den Stern 32 Minuten 20
Sekunden hebt. Zum Unglücke trifft diese Tabelle
selten zu, sie richtet sich nach dem Barometer, so,
wie dasselbe durch Steigen oder Fallen, eine dich-
tere oder dünnere Luft ankündiget, so ändert sich
auch die Refraktion. Man kann solches wahrneh-
men mit einem an die Wand befestigten Sehrohre,
wo das mit dem Kreuzfaden gefaßte entfernte Ob-
jekt bald über bald unter dem Horizontalfaden er-
scheinet. Diese Tabelle ist bey dem Nivelliren so
gar auch unnütz, denn die Visirtafel ist nicht ausser
unserm Dunstkreise befindlich und die Tabelle schi-
cket sich nur zu der Refraktion der Gestirne außer
der Luft. Vielleicht haben wir von der Refraktion
gar nichts zu befürchten, da die Visirstäbe mit ihren
Tafeln sich dem Anscheine nach in einer gleich dich-
ten Luft befinden? Es wäre zu wünschen, daß dieser
Einwurf wahr wäre, aber nirgend ist die Luft von
ungleicherer Dichtigkeit, als am Wasser: die Kälte
des Wassers, die Menge der aufsteigenden Dünste,
heben die Objekte viel unordentlicher und viel stärker,
als die ganze Atmosphäre, und diese Hebung be-
trägt oft ganze Grade. Wir können dieser Unrich-
tigkeit zuvorkommen, wenn wir kurze Distanzen,
das ist, keine über hundert Ruthen zwischen der

Wasser-

Wasserwage und der Nivellirstange, annehmen, und uns hüten nicht ohne Noth quer über Ströme oder Moräste weg zu nivelliren.

§. 173. Man möchte fast an einer richtigen Abwägung verzweifeln, wenn man noch dazu an die Beschaffenheit derjenigen Instrumente gedenket, deren man sich bedienet, den Wasserpaß zu finden. Weil die Lichtstralen von festen Körpern angezogen werden; so leiden sie nahe an den Dioptern eine neue Refraktion, so gar die Kreuzfaden in den Dioptern machen Unrichtigkeiten. Wir müssen also nothwendig uns der Perspektive bedienen, deren Augengläser aber wieder verschroben werden müssen, weil sie auch die Stralen ungleich brechen. Aber diese könnten doch noch gestellet werden und schneiden die Linie schärfer ab, man kann auch das Objekt deutlicher erblicken. Aber o wie schwer hält es, und wie verdrießlich ist es, eine Nivellirwage zu berichtigen! Wenn wir dieser Mühe überhoben seyn wollen; so müssen wir auf eine solche Nivellirmethode denken, wo man mit einer falschen Wasserwage gleichwol keinen Fehler begehen kann.

Tab. VIIII. Fig. 43. §. 174. Man prüfe folgenden Vorschlag: Stecket den Visirstab A aus: messet 100 Ruthen oder weniger ab nach C, und stellet die Wasserwage daselbst auf, von da messet wieder eine Linie von gleicher Länge, und stecket den Visirstab B daselbst aus. Hierauf visire man nach A und richte die Tafel so, daß der Kreuzfaden ganz genau ihre Linie bestreiche. Wiederum kehre man die falsche Wage, die nichts richtiges an sich haben darf, als daß sie bey der Wendung ihren Winkel nicht verändert, sondern mit gleicher Unrichtigkeit nach B hin zielet. Man verschiebe auch die Tafel des Stabes B in die Visirlinie,

linke, ziehe die geringere Höhe A D = B F von B E ab, so hat man das Gefäll E F gefunden.

Beweis. Verlängert in Gedanken die auf der Oberfläche der Erdkugel D F senkrecht stehenden Stablinien A D, und B E bis zum Mittelpunkte der Erde G; ingleichen auch die Stativlinie H G, so bekommen wir zween Triangel A H G und H B G, die aus folgenden Gründen einander gleich sind: D C = C F, denn diese Bogen sind dem Maaße nach einander gleich, mithin der Winkel x = o. Auch ist u = y, denn es wird zum voraus gesetzet, daß die Wage gleich falsch nach A und B hingezielet habe. Weil auch H G = H G; so ist △ A H G = H B G, folglich A G = B G. Es ist aber auch D G = F G als Halbmesser eines und eben desselben Zirkels. Die Linie B E enthält den Abstand der Tafel B F = A D von der wahren Horizontallinie, nebst dem Gefälle. Wird nun A D abgezogen von B E, so muß nothwendig das wahre Gefäll übrig bleiben = F E. Fig. 43.

§. 175. Weil still stehendes Wasser gar kein Gefäll hat; so muß auch nach Abzug einer Visirhöhe von der andern nichts übrig bleiben. Wären nun still stehende Gewässer in der Nähe; so kann man beyselbigen eine Probe machen, ob die Nivellirwage bey der Wendung ihren falschen Winkel verändere. Wäre die Erde eine glatte Kugel; so könnte man mit dieser Wage, sie möchte nun richtig oder falsch seyn, nach der jetzt beschriebenen Methode rings um die ganze Erdkugel herum nivelliren und man würde allemal die wahre Horizontallinie finden.

§. 176. Dieses ist nun wohl außer allem Zweifel die kürzeste und genaueste Nivellirmethode, welches wird nun die möglichst beste Nivellirwage seyn?

Man

Man hat eine so große Menge von Wasserwagen erfunden, daß man bloß von diesen Instrumenten ein Maschinentheater, und ein Buch mit Beschreibung ihrer Fehler, anfüllen könnte. Die Eigenschaften einer guten Wasserwage sind folgende: sie muß den Visirpunkt auf hundert Ruthen wenigstens bis auf Viertelzolle deutlich anzeigen, sie muß bey der Wendung in Ansehung des Arwinkels nicht abweichen, sie muß sich bald berichtigen lassen, und in ihrer Richtung von einem mäßigen Winde nicht turbiret werden. Diese Eigenschaften besitzen weder die Diopterwagen, noch die Hänge- noch die Pendelwagen und die Kanalwagen, wo das in gläsernen Röhren eingefüllte Wasser durch seinen gleich hohen Stand die Dioptern berichtigen soll, sind gar nichts nütze, indem das Wasser an den Wänden der Röhren in die Höhe steiget, in der Mitte eine Vertiefung verursachet und im Glase selbst eine falsche Refraktion hervorbringet.

§. 177. Lange habe ich mich nach einer möglichst besten Wasserwage umgesehen, bis ich endlich bey dem hiesigen Mechaniko, Herrn Ring, eine solche angetroffen, welche nach angestellten Versuche diese Eigenschaften besitzet. Ich werde sie abzeichnen und beschreiben. Tab. VIIII. Fig. 44. A, B, sind zween messingene Perspektive etwa 18. Zoll lang, diese sind dergestalt gerichtet, daß A nach D vorwärts und E nach B rückwärts visiret. Also bleiben sie umgekehrt im Gestelle und ist auf derjenigen Seite, wo man vorstehet, des Tubi A Augenglas, wo des andern B Objektivglas befindlich ist. In beyden sind Kreuzfaden angebracht, die sich durch Stellschrauben verschieben lassen. Also kann man sie leicht richten. Zwischen beyden liegt eine gläserne Röhre C, so in

Messing

Messing eingefasset worden, deren Luftblase den horizontalen Stand der Wage andeutet. Daher kann der Wind nicht, wie bey andern, mit dem Pendel spielen. Unter dem Gestelle ist eine wohlbefestigte halbe Zirkelscheibe F, deren Rand eine gekerbte Hohlkehle besitzet, und in diese Hohlkehle greift die gerippte Spindel G ein, welche mit einer besondern Stellschraube angepresset werden kann. Wenn nun diese Spindel durch die Kurbel G rechts oder links gedrehet wird, so beweget sich die Scheibe F, und zugleich verändert sich die Elevation der Tuborum, die bis auf ein Haar sicher gerichtet werden können. H ist eine messingene Tute, mit welcher die Wasserwage auf das Stativ gestecket und durch die Schraube I befestiget wird. Meines Erachtens ist dieses eine Wage, welche in aller Absicht allen übrigen weit vorzuziehen wäre.

§. 178. Das Verhalten bey Gebrauch eines Nivellirinstruments begreift folgende Vorschriften:

1) Den ersten Stab, den man nahe am Ufer ausstecket, nennet A, und messet genau, wie viel der Wasserspiegel vom Striche o erniedriget sey. Denn an den Visirstäben müssen von der Unterfläche des Fußbretts an die Schuhe sehr genau abgetheilet seyn.

2) Hierauf messet zum Standort der Nivellirwage und pflanzet sie daselbst hin, von da an stecket den zweiten Visirstab B in gleicher Entfernung von dem Instrumente gleichfalls senkrecht in die Erde, und visiret nach A und B.

3) Wenn die Visirtafeln dergestalt verschoben werden, daß die Striche recht genau mit dem Kreuzfaden zutreffen; so schreibet in die Manual-

tabelle, in die Spalte A die an diesem Stabe bemerkte Höhe des Strichs der Visirtafel am Stabe B. Man pfleget die Tafeln halb mit rother und halb mit weißer Oelfarbe anstreichen zu lassen, weil beyde Farben sehr weit in die Ferne spielen; da denn die Gränze beyder Farben den allerfeinsten Visirstrich geben. Auch hat man einen in Zoll und Linien getheilten Fußmaaßstab bey der Hand, um den Stand des Strichs über den nächsten Fußstrich am Visirstabe ganz genau abmessen zu können.

4) Nun kommt es darauf an, welcher Visirstab einen höhern Stand der Tafel anmeldet. Ziehet die kleinere Höhe von der größern ab, und dafern der Stab A eine größere Höhe bemerket hat; so schreibet sie zu dessen Seite hin in die Spalte DA, das ist die Differenz des Stabes A. Sollte aber der Stab B eine größere Höhe angedeutet haben; so schreibet sie neben dessen Spalte DB.

Anmerk. Daß man die observirten Höhen zugleich mit den Differenzen aufschreibet, geschiehet deswegen, damit man letztere durch die erstern korrigiren könne, im Falle man bey dem Abziehen sich geirret hätte. Also war die erste Station berichtiget.

5) Bey der zweyten Station verfähret man, wie bey der vorigen, und so bey der dritten, vierten ꝛc. Nur daß der vorige Stab B unverrückt stehen bleibet, und den Buchstaben A in der Tabelle bekommt, wenn die Station verändert wird.

6) Wenn

6) Wenn man nach dieser Methode endlich den Ort erreichet hat, dessen Gefäll man in Ansehung des erstern wissen will, so misset man, dafern die Nivellirung einen Strom angehet, von da an bis zum Wasserspiegel, und bemerket, wieviel derselbe unter dem Striche o des Stabes B erniedriget liege. Alsdenn ist man mit der Operation selbst fertig, und wird eine Tabelle verfertiget haben, die folgendem Schema ähnlich siehet.

Nivellirung des Spreestroms von dem auf der Charte bezeichneten Punkte A bis zum Punkte B, den 6ten Okt. 1771.

Station	DA	A	B	DB
Tiefe des Wasserspiegels unter o A		2'1''–'''		
Distanz der Visirstäbe 200°		2. 3. —		
1 St.	1'0''7'''	4. 4. —	3'3''5'''	
— 210° II.	—— —	3. 1. 2.	5. 4 —	2'. 2''. 10'''.
— 180° III.	—— —	4. 8. 9.	6 — —	1. 3. 3.
— 200° IV.	1. 1. 4.	7. 3. 6.	6. 2. 2.	— ——
— 190° V.	—— —	5. 1. —	7. 8. 6.	2. 7. 6.
— 160° VI.	—— —	4. 9. 9.	6. 3, 9.	1. 6. —
— 100° VII.	—— —	3. 1. 7.	5. 10 8.	2. 9. 1.
— 160° VIII.	1. 11. 9.	8 — —	6 — 3.	— ——
— 220° IX.	—— —	7. 6. 5.	8. 4. 6.	— 10. 1.
— 80° X.	1. 2. 7.	6. 3. 8.	5. 1. 1.	— ——
— 60° XI.	—— —	5. 1. 4.	5. 2. 5.	— 1. 1.
— 100° XII.	—— —	3. 8. 9.	3. 4. 1.	} 8. 1.
Von Stab B. bis zum Spiegel.	—— —	—— —	1 — 9.	
1660° Summa die Länge der Nivellirlinie. DA	5'4''8'''			11' 11'' 11''' Summa DB 5 4 3 DA
				6' 7'' 8''' Gefälle von A bis B.

§. 179. Wenn die Differenzen A und B addiret und nochmals von einander abgezogen werden; so kann man das Gefälle finden, welches die beyden Oerter, so nivelliret worden, gegen einander haben. Sollte man gegen den Strom hinauf nivelliren; so wird DA größer seyn, als DB, mithin geschiehet der Abzug bey DA. Im Grunde ist solches einerley, und man findet allemal die niedrigere Lage des Punkts unterhalb gegen den Punkt oberhalb des Stroms, oder einer jeden andern Fläche.

§. 180. Wenn man die Stationsweiten addiret, welches allemal geschehen kann, so oft man sich in einer günstigen Lage befindet, da man die Nivellirlinie neben den Ufern hinstreichen lässet; so hat man nicht nur die wahre Hypothenuse der gekrümmeten Strombahn gefunden, sondern man kann auch finden, wie das Gefäll von Station zu Station zunehme, so oft man die Differenz des Wasserspiegels vom Fuße des Visirstabes hinzuthut. Hingegen muß man wegen Strauchwerk, Moräste und Hügel seitwärts ausbeugen; so hat man bloß das Gefäll der beyden zu nivellirenden Punkte entdecket.

§. 181. Wird man auf der Stromcharte von A nach B eine gerade Linie ziehen und solche messen; alsdenn kan man den Abhang der schiefen Fläche nach geradem Wege bestimmen, welche den Abhang oder das Gefäll des gesammten Stromhals anzeiget.

§. 182. Wollte man aber seiner Sache unwidersprechlich gewiß seyn; so kehre man die Operation um, und nivellire wieder gegen den Strom in die Höhe, wenn man stromab gegangen: oder

hat

hat man den letztern Weg zuerst versuchet, erwähle man hernach den andern, man erwähle auch nicht dieselbe Nivellirlinie, sondern eine andere. Fände sich am Ende einiger Unterschied; so halbire man denselben, um seinen Fehler möglichst geringe zu machen. Würde sich gar kein Unterschied finden; so könnte man solches beynahe als ein Wunderwerk der Genauigkeit ansehen, zumal wenn man durch mehrere Stationen sich hätte durcharbeiten müssen. Vielleicht wäre eine so unerhörte Richtigkeit verdächtig.

§. 183. Daß indessen dieses Verfahren überhaupt seine erweisliche Richtigkeit habe, wird man leicht einsehen, wenn man bedenket, daß DA alle Erhöhungen und DB alle Senkungen der Nivellirlinie enthalte, und durch den Abzug aller Erhöhungen von allen Senkungen zuletzt nothwendig eine Zahl hervorgehen müsse, welche nachweiset, ob DA oder DB größer sey. Im übrigen würde es nur auf unnütze Weitläuftigkeiten hinauslaufen, ein mehreres von der Nivellirkunst anzuführen, als man bey Strömen insgemein anbringen kann.

§. 184. Die Geometrie kommet uns auch bey Vermessung der Stromprofile zu statten, wo drey Linien, oder soll ich lieber schreiben, drey Gattungen von Linien, zu messen vorkommen, nämlich die Strombreite, die jedem Punkte der Breite zukommende Tiefe, und endlich jedes Punkts Geschwindigkeit, damit man bestimmen könne, wie viel Kubikfuß Wasser in jeder gegebenen Zeit vorüber fließen.

§. 185. Kann die Strombreite nicht auf Stegen und Brücken gemessen werden, so ist die

Geometrie reich genug an Erfindungen, seinen Endzweck unter allen nur möglichen Umständen und Hindernissen auszuführen. Geschähe wohl dem geneigten Leser ein Gefallen, wenn ich eine Aufgabe von dieser Art anführte, die mit den größten Schwierigkeiten verknüpft zu seyn scheinet, welche nur immer bey solchen Gelegenheiten vorfallen können? Es sollte eine Strombreite AF gemessen werden, wo das gegenüber liegende Ufer A mit Gebäuden, Hecken und Hügeln dergestalt unterbrochen war, daß man daselbst schlechterdings keine gerade Linie ziehen konnte. Das andere Ufer F lag unter dem ausgetretenen Flusse so verborgen, daß nur eine an selbiges gepflanzte Satzweide hervorraget. In der Gegend GH ragete ein schmaler Streif Landes aus dem Wasser hervor, auf dem man die Linie GH maß, und von G nach A nnd F, wie auch von H, nach diesen beyden Punkten hinvisiren konnte. Dieses enthielt aber auch alles, was von Vordersätzen aufzubringen möglich war, und aus diesen Datis mußte die Länge AF hervorgesuchet werden. Solches geschahe folgender maßen.

Tab. IX. Fig. 45.

1) Wurde der Winkel GFH, da β und γ gemessen worden, durch Abzug von der Summe aller Grade im Triangel, und darauf trigonometrisch die Seite FG gefunden.

2) Ferner $\alpha+\beta$ war bekannt, ingleichen $\gamma+\delta$, mithin auch GAH. Hieraus bestimmte sich der Winkel GAH und nun ließ sich auch die Linie AG trigonometrisch finden.

3) Zwar hätte sich der Triangel CAF, da AG nebst FG und der Winkel α entdecket worden, nunmehr geometrisch auftragen, und die Linie AF

nach-

nachmals auf dem Papiere, vermittelst des verjüngten Maaßstabes, messen lassen. Hatte man aber trigonometrisch angefangen; so wollte man auch trigonometrisch aufhören. Nothwendig mußte zuvörderst einer von den beyden übrigen unbekannten Winkeln G A F oder A F G aufgesuchet werden. Dieses geschiehet, wenn man schließet, wie die Summe der beyden Seiten A F und A G zu ihrer Differenz; so die Tangente der halben Summe beyder unbekannten Winkel, zu der Tangente der halben Differenz derselben. Wenn nun diese halbe Differenz von der halben Summe abgezogen wird; so erscheinet der Winkel G A F als der kleinere. Und nun konnte man endlich 4) aus dem Winkel F A G der Seite G F, und dem gemessenen Winkel α auf das Maaß der Breite des Stroms oder der Linie A F, schließen. Solche Beschwerlichkeiten fallen vor bey Stromvermessungen.

§. 186. Diese Linie zu messen, ist nun noch die leichteste Arbeit, die Vermessung der Tiefe findet mehrere Hindernisse. Bald hat man nicht soviel Kähne bey der Hand, die Stationen bequem anzuordnen, bald lassen sich dieselben nicht gar zu gut in gerade Linie stellen, bald erlaubet die Heftigkeit des Stroms nicht, die Stangen in gerader Linie zu Grunde zu bringen, bald weichet der Grundsand aus, und man weiß nicht recht, ob man dieselbe zu tief oder zu hoch eingesetzt habe, die übrigen geringern Schwierigkeiten, die uns bey dieser Arbeit begegnen, übergehe mit Stillschweigen. So viel ist gewiß, daß man vor allen Dingen die Stromtiefe aufzusuchen habe, von daraus kann man die übrigen Stationen reguliren, so gut es sich schi-

Tab. VIIII. Fig. 46.

cken will. Nun muß man bey jeder Messung der Tiefe auch die Entfernung jedes Standortes vom Uferpunkte A mit messen, welches allenfalls so geschehen kann, daß man, wenn DD die Breite wäre, aus der Station C die Winkel dctg misset, welche die Standörter mit AC machen. Wenn aber Ströme zu tief oder zu schnell sind, als daß man sich der Meßstangen bedienen könnte; so nimmt man seine Zuflucht zum Senkbley, welches aber so schwer seyn muß, daß man es fühlen kann, wenn die angezogene Schnur den Anfang machet die Kugel zu heben. Mein Senkloth ist 16 ℔ schwer, und doch in großen Tiefen kaum schwer genug.

Anmerk. Wenn man nach Art der Seefahrer das Senkloth mit Talge beschmieret; kann man zugleich die Beschaffenheit des Grundsandes entdecken.

§. 187. Nachdem man nun die Strombreite mit deren jeder Station zukommenden Tiefen gemessen; so siehet man sich in Stand gesetzet das Stromprofil zu Papiere zu bringen, und einen genauen Abriß zu liefern. Je genauer man bey dieser Arbeit verfähret, desto richtiger trifft die Berechnung der Wasserkonsumtion mit der Probe zu. Einige werfen rings ums Profil einen Streif von einem Fuß weg, und meinen, dieselbe gehöre nicht mit zum Strome, darum nicht, weil der Strom sich am Ufer und auf dem Grunde reibe, als wodurch das Wasser aufgehalten werde. Sie wollen aber damit sagen, wenigstens sollten sie so sprechen: am Ufer und auf dem Grunde finden sich viele Ungleichheiten, welche das Wasser hin und wieder aufhalten. Bey reinem Ufer und Grundbetten hingegen kann man dergleichen Aufhalt nirgends wahrnehmen.

nehmen. Stehet demnach bey uns die Wahl die Profillinie zu ziehen, wo man will; so wollen wir darauf sehen, daß wir eine reine und ebene Strombahne erwählen. Wo nicht; so wird ein aufmerksames Auge mit geringer Mühe die wahre Gränze der Gangbarkeit der Strombahne entdecken, und sich darnach richten.

Anmerk. Einige nennen diese Arbeit eine Verpeilung. Dieses seltsame Wort ist aus dem Holländischen entstanden, wo man das Tiefenmessen deswegen Verpeelent nennet, weil man sich gewöhnlicher Weise der Pfähle und Stangen bedienet den Grund aufzusuchen, um die Tiefe des Flusses messen zu können.

§. 188. Wenn das Profil also gezeichnet worden, so sind alle Schwierigkeiten gehoben, den Flächeninhalt des Profils geometrisch nach Quadratmaaß zu berechnen. Einige verfahren dabey folgender Gestalt: sie summiren alle gefundene Tiefen und dividiren die Summe durch die Anzahl der Tiefenlinien, und multipliziren mit dem gefundenen Quotienten die Breite. Hierwider ist nichts einzuwenden, wenn die Breite in gleiche Distanzen getheilet worden, dergestalt, daß die Tiefenlinien gleichweit von einander abstehen: wo aber dieses sich anders befindet, und die Tiefenlinien ungleich von einander abstehen, würde man eine sehr falsche Zahl herausbringen, alsdenn muß man schlechterdings sich bequemen, Trapezium vor Trapezium auszurechnen und dieselben zu summiren, will man anders das wahre Profil herausbringen. Hat man es sich gefallen lassen ziemlich weit entfernte Tiefenlinien anzunehmen; so wird man es sich auch müssen ge-

fallen lassen, die Krümmung der Grundlinie, so gut es sich will thun lassen, ins Gleiche zu bringen.

§. 189. Sollte die Geschwindigkeit der Strombahn bey Vermessung zweyer Profile, nach welchen man den Abfluß uud Zufluß gegen einander vergleichen will, an beyden Orten gleichförmig seyn; so ists genug, wenn man die Profile mit einander vergleichet, und man verfähret so gewöhnlicher Weise nach dem Gulielmini in Prozessen. Wie falsch aber dieses sey, wird sich so gleich begreifen lassen, wenn man bedenket, wie vielen Abänderungen die Geschwindigkeit der Ströme unterworfen sey. Man kann unmöglich mit Gewißheit etwas hierinnen bestimmen, bis man auch die Geschwindigkeit gemessen. Man will wissen, wie viel Wasser eines Flusses in einer bestimmten Zeit vorbey fließe an einem bestimmten Orte, und also will man den körperlichen Inhalt eines Wasserprismatis entdecken, dessen Grundfläche das Profil und die Höhe die Geschwindigkeit des Stroms am gegebenen Orte ist. Folglich muß auch gezeiget werden, was man bey Messung der Geschwindigkeit zu beobachten habe.

§. 190. Die Geschwindigkeit der Ströme ist sowohl auf dem Spiegel, als auch in der Tiefe sehr verschieden. Auf der Oberfläche misset man sie am richtigsten mit der Kugel nach der §. 36. beschriebenen Methode, unter der Oberfläche in der Mitte und auf dem Grunde wird des Hrn. Pitots Strommesser §. 37. die besten Dienste leisten.

§. 191. Hat man Erlaubniß einen beliebigen Ort zu wählen; so ist ein solcher, wo der Strom zwischen beyden Ufern reine Bahn hält, wo das Wasser eine ziemlich gleiche Bewegung beobachtet, wo auf dem Grunde weder Kolke, noch Sandbän-

ke bemerket worden, sondern auf einem reinen Bette fließet, und übrigens seine Bahn nicht sonderlich krümmet, sondern möglichst geradeläufig ist, der bequemste. Denn an solchen Stellen ist besonders die Geschwindigkeit in der Tiefe mit der auf der Oberfläche ziemlich übereinstimmig.

§. 192. Hierauf mache man den Anfang, da die Geschwindigkeit der Oberfläche oder des Spiegels zu messen, wo der Stromstrich am heftigsten ist, und denn fahre man von Station zu Station fort, bis man die übrigen Strichlinien sämmtlich gemessen, reduzire sie auf Sekunden und trage sie auf dem Papiere ab. §. 186. wird gezeiget, wie man sich dabey zu verhalten habe.

§. 193. Der Pitotische Strommesser erforschet auch die Geschwindigkeiten unter dem Spiegel. Schon genug, wenn man sie einmal in der Mitte und nahe auf dem Grundbette bey jeder Strichlinie bemerket hat. Dafern sie verschieden seyn sollten, wo nicht, so lässet man sie unbemerket.

§. 194. Sollten die Geschwindigkeiten unter dem Spiegel von denen auf dem Spiegel nicht abweichen, so hat man insgemein einen prismatischen Körper zu berechnen, dessen Basis das Profil, und dessen Schlußlinie eine irregulaire Fläche hat, deren Gleichung die Geometrie lehret. Z. E, Fig. 48. sind die Strichlinien der Geschwindigkeit a e, b f, c g, d h so beschaffen, daß die Schlußlinie e f g h weder einem Zirkel, noch Parabel, noch Hyperbel, noch Ellipse ähnlich ist, auch sind die Strichlinien selbst von ungleicher Entfernung. Hier kommt man am kürzesten aus der Sache, wenn man jeden Streif besonders berechnet. Da bekommt man denn so viel Prismata, als Streifen in der Fläche

ACDE

ACDE befindlich sind, so zuletzt addiret werden. Nämlich: man theilet das Profil ACE in eben so viel Abschnitte, als man Streifen hat, quadriret jeden Abschnitt und multipliziret diesen Theil der Grundfläche, z. E. Ana mit der mittlern Proportionallinie xy zwischen AF und ae, und so verfährt man weiter, bis man fertig ist.

§. 195. Wäre aber die mittlere und untere Geschwindigkeit verschieden; so schliesset folgender Gestalt: wie sich die obere Geschwindigkeit eines jeden Streifen verhält zu der mittlern der Tiefe: so der gefundene körperliche Inhalt jedes Streifen zu demjenigen Prismate, welches wirklich in einer Sekunde in diesen Streifen fortgeschoben wird. Denn wenn die Grundflächen einerley, so verhalten sich die Körper wie die Höhen. Ich glaube nicht, daß ich Ursache habe einem der Geometrie Kundigen mehr zu sagen, und bey der Strombaukunst wird allemal die Geometrie als eine längst erlernte Wissenschaft zum voraus gesetzet.

§. 196. Wahr ist es, daß man auf diese Art einen Körper gefunden, dessen Kubikinhalt dem Wasserkonsumtionskörper nur sehr nahe kommt, und niemals völlig gleich. Aber mehr braucht man auch nicht zu wissen, auf 10 bis 30 Kubikfuß Unterschied kommt es bey großen Strömen nicht an, wo man nur zu wissen nöthig hat, ob die Profilöffnungen so beschaffen sind, daß keine Ueberschwemmungen daher entstehen können. Und gesetzt, man habe sich in Vermessung einer Profilkonsumtion von 10000 Kubikfüß in einer Sekunde um 100 Kubikfuß geirret; so wird eine Stauung, die diese Geschwindigkeit hervorbringet, und zu Erfüllung dieses Mangels nöthig ist, noch keine halbe Linie betra-

tragen. Warum will man in Dingen eine mühsame Genauigkeit beobachten, die von keinem weitern Nutzen ist, als daß man sich mit zeitverderbenden Kleinigkeiten ermüdet hat. Aber um 1000 Kubikfuß muß man sich auch bey den größten Profilen nicht verrechnen, weil solche sich bald sichtbar machen. Indessen kann man sich diese schon an sich beschwerliche Arbeit dadurch erleichtern, wenn man eine gute Stelle erwählt, wo die Geschwindigkeiten unter dem Spiegel nicht sonderlich von einander verschieden sind.

Anmerk. Man hat Beyspiele, daß zuweilen das Wasser auf dem Grundbette sich schneller bewegt, als auf dem Spiegel; dieses geschieht, wenn Wasserfluten von oben herab kommen, oder oberwärts starke Winde Strom ab wehen, welche das Wasser drucken. Dieses aber sind seltne Fälle, die man wohl zu beobachten hat, aber in Hauptsachen nichts ändern, wenn man sonst nur eine gute Jahreszeit erwählet hat, wo dergleichen nicht zu befürchten ist. Im Sturme läßt sich diese Arbeit überhaupt nicht vornehmen.

§. 197. Bey dieser Gelegenheit kann nicht umhin einer Seltenheit zu erwähnen, die sich einst bey Vermessung eines Profils an der Spree zugetragen. Es sollte gefunden werden, wie viel Wasser an einem gewissen Orte, wo eine sehr mäßige Stromkrümme sich befand, in jeder Sekunde vorüber fließe? Das Profil ward gemessen, A G war die Breite, und B a, C b, D c, E d F e die senkrechten Tiefenlinien, so jeder Station B C D E F zukamen. Als man die Geschwindigkeiten observiren wollte, fand sich in dem Profiltriangel A B a stillstehendes Wasser, welches daher rührte, weil sich Tab. X. Fig. 47.

ein Werder oberhalb des Stromes vorgesetzt hatte. Man sahe sich genöthiget, dieses Stück des Profils wegzulassen, und gar nicht mitzurechnen. In B fieng das Wasser an sich zu bewegen, und nachdem man die Strichlinien der Station C = C f von D = D g, von E = E h von F = F i und G K beobachtet hatte; so entdeckte sich die größte Geschwindigkeit auf der Station E, wo doch die Spree kaum vier Fuß tief war. Dieses aber war gerade die Gegend, wo der Werder den Stromstrich hinwarf. Man kann also, wie schon im theoretischen Theile angemerkt worden, von den Stromstrichen nicht auf die Linie der Stromtiefe sicher schliessen. Im übrigen war an dieser Vermessung alles irregulär, die Stationen waren nicht von gleicher Entfernung, die Grundlinie des Profils a b c d e G sah sehr unordentlich aus, indem die Tiefenlinien in keinem gleichförmigen Verhältnisse gegen einander standen, und noch seltsamer war die Linie B f g h i k gestaltet, welche den Umfang der Geschwindigkeit bestimmte. Zum Glücke war es ein Ort, wo das Wasser auf dem Grunde sich eben so schnell bewegte, als auf dem Spiegel. Hier war nun kein ander Mittel vorhanden, als daß man jedes Trapezium des Profils, nämlich B a C b, ferner C b D c auch D c E d, E d F c und den Triangel F e G besonders quadrirte, und nachmals jeden Theil mit der mittlern Geschwindigkeit zwischen B und C f, ferner das Trapezium C b D e mit der Proportionallinie zwischen C f und D g ꝛc. kubirte. Auf solche Art empfieng man zum Ausflusse in einer Sekunde den Kubikinhalt dieses irregulairen Körpers nach Kubikfuß. Ungefehr eine Viertelmeile davon hielt die Spree eine in aller Absicht ordentlichere Stromsbahn,

bahn, wo man weniger Mühe hatte die Konsumtion zu messen. Man verrichtete diese Probevermessung, und fand, daß der Unterschied kaum etliche wenige Kubikfüß betraf. Es wird dieses angeführt, um die Richtigkeit der Auflösung dieser Aufgabe, wie sie §. 194 ertheilt worden, durch eine Probe zu beweisen.

§. 198. Dieses war also die Methode Wasserkonsumtionen der Profile im offnen Strome zu berechnen. Bey Freyarchen und Mühlgerinnen hat man zwar diese Weitläuftigkeiten mit den Strichlinien nicht nöthig, auch ist der Wasserstand von gleicher Tiefe; es sind aber bey dieser Operation andere Umstände in Erwägung zu ziehen. Bevor die Geschwindigkeit des ausstürzenden Wassers durch die Höhe des Wasserstandes nach der Tabelle Seite 81 bestimmet werden kann, muß untersucht werden, ob das untere Wasser völlig die Höhe der gezogenen Schütze erreiche oder nicht. Erreichet sie die Oeffnung, so das Schützbrett giebt, völlig, wie Fig. 49; so hat man nach §. 61 lediglich die Differenz des obern und untern Spiegels, das ist, die Linie a b zu messen und die dieser Höhe zukommende Geschwindigkeit aufzusuchen, um zu wissen, mit welcher Behendigkeit das Wasser durch die Oeffnung b c fortgestossen werde. Z. E. a b = 1′ 6″, dieser Druck wirket nach der Tabelle eine Geschwindigkeit = 9′ 6″. Wäre nun der Profilinhalt der Schützöffnung über dem Fachbaume = 6 □″, so stürzen in einer Sekunde heraus 57‴. Tab. X. Fig. 49.

§. 199. Würde aber der Spiegel des Unterwassers c d kaum den Fachbaum erreichen, oder wohl gar noch mehr sich erniedriget haben; so hat man nach §. 70. also zu verfahren: nachdem der Flä- Tab. X. Fig. 50.

chen-

cheninhalt der Profilöffnung b c, z. E. = 6 □′ gefunden worden; so messet die Höhe des Durchmessers a b, z. E. = 1′. Hierauf die Höhe der Oeffnung b c = 2′ 3″ davon nehmet $\frac{4}{9}$, welches gerade 1′ allhier beträget, addiret diese zu der Tiefe des Druckwassers; so habt ihr 2′. Suchet die dieser Höhe zukommende Geschwindigkeit in der Tabelle auf = 11′. Endlich multipliziret damit die Fläche des Profils; so habt ihr den Ausfluß des Wassers während einer Sekunde = 66$^{c'}$ gefunden. Will man diese Konsumtion anf eine Minute reduciren; so wird dieser Wasserkörper mit 60 vervielfältiget.

Tab. X. Fig. 51

§. 200. Zwischen vorbeschriebenen zween Fällen findet noch ein dritter statt. Es könnte sich zutragen, daß der Spiegel des Unterwassers c e bis in die Oeffnung des Profils b d selbst etwa um die Höhe c d sich erhoben hätte, wie soll man alsdenn verfahren? Hier ist nun zu bedenken, daß das Stauwasser d c e erstlich von der ganzen übrigen Wasserhöhe a c gedrucket und fortgeschoben werde. Folglich hat man das Profil des Stauwassers zuvörderst zu berechnen, und mit der von der Höhe des überstehenden Wassers a c hervorgebrachten Geschwindigkeit zu multipliziren, z. E. c d = 1′ die Breite der Oeffnung = 4′, also das Profil = 4 □′. Es sey a c = 1′ 6″ die solcher Höhe zukommende Geschwindigkeit = 9$\frac{1}{2}$ nach der Tabelle, mithin 4 □′ × 9$\frac{1}{2}$′ = 38$^{c'}$, welches eins war. Hierauf ist noch zu finden, wie viel über dem durch die Schmarre b c herauslaufe b c = 9″ die Weite nach wie vor = 4′, also das Profil = 3 □′. Gesetzt a b sey = 1′, b c = 9″ und $\frac{4}{9}$ b c = 4″, folglich a b + $\frac{4}{9}$ b c = 1′ 4″ die dieser Höhe zukommenden Geschwindigkeit beträget

träget nach der Tabelle $9'$; folglich kömmt aus b c Profil $= 3 \square' \times 9' = 27^{c'}$. Wenn nun endlich beyde Produkte $38^{c'} + 27^{c'}$ addiret worden; so erscheinet die Konsumtion der Profilöffnung b d unter diesen Umständen $= 65^{c'}$.

§. 201. Bisher sind diejenigen Fälle beleuchtet worden, wo man die Oeffnungen der Schütze bey Mühlgerinnen und Freyarchen mit in Betrachtung zu ziehen hat. Es sind hin und wieder, an kleinen Strömen besonders, Ueberfälle angeleget worden, über welche die hohe Fluth frey herabstürzet; auch werden zuweilen die Schützen oft so hoch aufgezogen, daß sie dem Oberwasser einen unaufhaltbaren Abzug erlauben. So lange nun das Unterwasser nicht bis zum Fachbaume des Ueberfalles oder der Freyarche heraufstauet, kann man völlig nach §. 70. verfahren. Man multiplizirt nämlich das Profil des Wasserstandes über dem Fachbaume z. E. $= 60 \square'$ mit derjenigen Geschwindigkeit, so der $\frac{4}{9}$ Höhe des Wasserstandes in deren Tabelle zugeeignet worden, z. E. die ganze Höhe wäre $4'\ 6''$ so sind $\frac{4}{9} = 2'$ und die Geschwindigkeit $= 11'$ beynahe und daher der ganze Ausguß $= 660^{c'}$.

Anmerk. Auf diese Art sind alle Kanäle und Gerinne zu behandeln, deren Wasser durch keine Schütze aufgehalten werden, und die am Ende entweder das Wasser geradezu abfallen lassen oder doch nach Fig. 52. in A einen so starken schrägen Abhang bekommen, daß das Unterwasser B C dem Grundbette A D gleich hoch stehet. Welches sich bey den Wasserfällen der Ströme hin und wieder begiebt. Dagegen bey Kanälen und Strombahnen, die dergleichen

Katarrhakten oder Wasserfälle wenigstens in der Nähe nicht besitzen, man lediglich sich nach §. 198. zu richten hat.

Tab. X. Fig. 53. §. 202. Manchmal tritt bey Uiberfällen und Gerinnen das Stauwasser über den Fachbaum herauf. Wenn in CD eine Schütze vorhanden wäre, so das untere Wasser AB vom obern Wasser trennete, könnte nach §. 198. die Konsumtion bald berechnet werden. Dieses ist aber nicht vorhanden, und daher schießet der Theil des Oberwassers DC zugleich mit fort, so mithin hinzuzuthun seyn wird. Hier ist also, wie §. 200, eine doppelte Arbeit nöthig, man hat einmal zu bestimmen, wie schnell CD, als der Unterschied der Höhe des Ober- und Unterspiegels, das Unterwasser durch seine druckende Schwere fortschieben werde, und zweytens: wieviel DC selbst ausschütten könne. Verfahret also:

1) Multipliziret das Profil des Wasserstandes CF, z. E. = 10 □′ mit einer der Höhe cD = 1′, als der Differenz des Obern und untern Spiegels zukommenden Geschwindigkeit = $7\frac{3}{4}$′, so habt ihr $77\frac{1}{2}$″ als den untern Ausguß.

2) Multipliziret das Profil cD = 5 □′ mit derjenigen Geschwindigkeit, so $\frac{4}{9}$ von CD = 8″ (wenn CD = 1′ wäre) zukommet, = 5′2″, so gehet der zweyte Ausguß hervor = $25\frac{5}{9}$c′.

3) Addiret beyde Ausgüsse; sodann bekommet ihr allhier $103\frac{1}{9}$c′ zur totalen Konsumtion.

§. 203. Es fließen alle Aufgaben von dieser Art, aus den im dritten Kapitel von der Geschwindigkeit der Ströme bewiesenen Lehrsätzen, und es war genug die Hauptaufgaben, so bey dergleichen Gelegenheiten vorzufallen pflegen, auf eine faßli-

che

che Art aufgelöset zu haben. Was die Ausgüsse in Röhren und verschlossenen Kanälen betrift, und wie bey Grotten, Fontainen oder öffentlichen Wasserleitungen die Konsumtionen auszutheilen und zu berechnen wären, gehöret alles zur Hydraulik, und man wird sich desfalls hinreichend aus Belidors Architectura hydraulica, und zwar des ersten Theils vierten Buchs, vierten und fünften Kapitel, wie auch aus des Herrn Professor Kästners vortreflichen Abhandlung der Hydrodynamik unterrichten können.

Das zweyte Kapitel.

Von dem Faschinenbaue.

§. 204.

Faschinen gehören zu den gewöhnlichen Baumaterialien, deren sich die Wasserbaumeister bedienen ihre Werke aufzuführen, und bestehen aus Reisern, die mit zwey Bändern zusammen gebunden sind, eins etwa einen Fuß vom Sturzende und das andere in der Mitte, damit die Reiser zusammengehalten und bequem verlegt werden können.

§. 205. Wer wird nicht unerinnert begreifen können, daß alles Reisholz, so entweder im Wasser oder in der Luft bald verweset, zu dieser Art von Arbeit sich ganz und gar nicht schicke? Weidenreiser halten sowohl in der Luft, als auch

im Wasser am längsten aus, und da man an den Ufern diese Reiser aller Orten in Menge anpflanzen und zuziehen kann; so verdienen die Weidenfaschinen den Vorzug für allen übrigen. Die Weide kommt im sandigen Boden so gut fort, als im fetten, wächst auf das ergiebigste an Wässern, kann auch sehr leicht angepflanzet werden, indem man nur Ruthen ans Ufer hin zu stecken hat; diese Pflanzung befestiget überdem das Ufer: also würde es wohl eine grosse Nachläßigkeit verrathen, wenn Strombewohner nicht darauf denken sollten, am Weidenreis allemal vorräthig zu seyn, und gleichwohl fehlet es noch immer an dergleichen Faschinen hin und wieder, daher dann auch die Wälder gar sehr durch den Wasserbau mitgenommen werden. Genug, wenn die Wälder, Pfähle und Bohlen zum Wasserbaue hergeben, die Faschinen sollten die Ufer, Werder und Inseln anbieten. Man muß keine Gelegenheit versäumen, auf Unkosten des Feindes Krieg zu führen. Oft genug ist der Strom unser Feind, er ziehe also an seinen Ufern selbst uns diejenigen Ruthen zu, mit welchen wir seinen Ausschweifungen Einhalt thun können.

§. 206. Man sagt: Alles Holz, das im Wasser wächset, erhält sich auch im Wasser. Dieses kann wahr seyn; allein es ist auch wahr, daß nicht alles Holz, so im Wasser seine Nahrung findet, sich in der Luft erhalte. Unsre Buhnen und Bleßwerke sollen auch die Luft vertragen können, daher schicken sich Elsen und manche andere Reiser nicht so gut als Weidenholz, wenn es nach seinem ersten Ausschlage drey Jahre auf den Pflanzungen gestanden. Alsdenn ist es schnittfähig.

§. 207.

§. 207. Je stärker die Bunde ausfallen, desto mehr Raum wird durch eine Faschine gefüllt, und desto weniger Zeit wird auf die Verfertigung des Packwerks verschwendet, ich will damit so viel sagen, man gewinnet an den Baukosten. Denn ob man gleich das Schock theurer zu bezahlen hat; so braucht man doch weniger Schocke, und da man auch eher fertig wird, so erspart man Tagelohn. Nur müssen diese Bunde auch so beschaffen seyn, daß ein Mann wenigstens zween bequem tragen, und ohne aufferordentliche Anstrengung seiner Kräfte, wenden, werfen und legen kann. Ein Umstand, der nicht anders als durch die Erfahrung auszumitteln ist. Nun hat es sich befunden, daß eine Weidenfaschine, welche bey dem ersten Bande, so einen Fuß weit vom Sturzende umgeschlagen worden, 11 Zoll, und in der Mitte, wo das zweyte Band angebracht worden, 7 Zoll im Durchmesser, und in der ganzen Länge bis zur Spitze 12 Fuß misset, noch bequem behandelt werden könne; also wird dieses das beste Maaß seyn für die Dicke und Länge eines jeden Faschinenbündels. Berechnet man den körperlichen Inhalt dieses Kegels, so findet es sich, daß eine solche Faschine $3\frac{5}{12}$ Kubikfuß fülle, und man 9 Schock bedürfe, eine Kubikruthe damit auszustopfen.

§. 208. Damit nun die Bunde ihre gehörige Dicke bekommen, und man nicht bey Ausrechnung der Zuthat am Ende sich hintergangen finde; so pflegt man einen eisernen Ring bey der Hand zu haben, der in der Mitte ein Gewinde und an beyden Enden zwo Handhaben besitzet, womit die aufgestellten Probebunde genau umspannet, und nach ihrer gehörigen Stärke beurtheilet werden.

§. 209. Diese Faschinen werden schichtweise durch Würste, in welche Pfähle eingeschlagen werden, mit einander verbunden. Würste sind im Grunde nichts anders, als lange Faschinen von gleicher Dicke. Man leget nämlich eine so lange Reihe der dünnesten Reiser neben einander hin, als man für nöthig befindet die Wurst zu verlängern, und deren werden so viel neben einander geworfen, als eine Dicke von 6 bis 7 Zoll erfordert. Hierauf bindet man diese Reiser mit Bindweiden von 9 Zoll zu 9 Zoll Zwischenraum fest zusammen; so ist die Wurst zum Gebrauche fertig.

§. 210. Durch diese Wurst, welche über die Schichten der zur Quere liegenden Faschinen hingelagert wird, werden Pfähle geschlagen. Ein solcher Pfahl ist etwa 4 bis 6 Fuß lang, 3 bis 4 Zoll dick und unten zugespitzt. Einige nennen diese Pfähle Spickpfähle, andere Handpfähle, andere nennen sie anders. Durch diese Pfähle werden die Würste auf die Faschinenschichte gleichsam aufgenagelt, und die Faschinen selbst unter einander unzertrennlich befestiget. Denn wenn der Pfahl zwischen die Bunde der Würste eingesetzt worden, so schlägt man ihn durch Handschlägel bis an den Kopf durch Wurst und Faschinen hindurch. Eigentlich muß jede Faschine mit zwey Pfählen geheftet werden, damit sie sich nicht verschieben kann. Weil aber ein solcher Pfahl durch vier Faschinen über einander durchbohret; so ist es immer genug, wenn bey Anschlägen halb so viel Pfähle angesetzt werden, als Faschinen erforderlich sind. Mithin muß auch jede Faschine von zwo Würsten überspannet werden, und hieraus siehet man, daß man

auf 12 Fuß Breite wenigstens zwo Reihen Würste zu rechnen habe.

§. 211. Bey Deckwerken, mit denen man abhängige Ufer gegen das Ausspühlen zu beschirmen suchet, werden oft die Faschinen nicht vierfach über einander geleget, auch müssen die Würste näher neben einander geleget werden; um dessentwillen man bey solchen Vorfallenheiten eben so viel Pfähle, als Faschinen nöthig haben wird.

§. 212. Ehe ich die bewährteste Bauart der Packwerke beschreibe, sehe ich mich genöthiget die Art und Weise, nach welcher Faschinen geleget werden, ein wenig zu beleuchten. Einige, und zwar die mehresten, legen die Sturzenden aufwärts, damit das Packwerk theils ein gutes Ansehen gewinne, theils in der Mitte eine Vertiefung entstehe, welche dem Sande ein bequemes Lager erlaubet. Andere wollen die Spitzen herausgeleget wissen, und führen folgende Gründe an: Erstlich, es sey bekannt, daß die Sturzenden von der Sonne und Luft ausgetrocknet und brüchig gemacht werden, folglich könne ein solches Werk von Eisgängen sehr leicht zertrümmert werden. Zweytens, so schlügen die Spitzen über dem Wasser wieder aus, und werde eine solche Buhne im kurzen auch auf den Seiten begrünen. Drittens, diese geschlanken Reiser hemmeten den Stoß der Schollen nach und nach dergestalt, daß die Eisfahrt wenig gegen das Packwerk ausrichten dürfte. Noch andere erwählen den Mittelweg, und legen Faschinen verkehrt neben einander. Denn auf diese Art meinen sie, eben das zu erhalten, was jene suchen, und im übrigen bekämen die Faschinen eine dichtere Lage, auch bekomme das Packwerk gegen die Seiten zu

keinen Abhang. Man hat nun die Wahl, ich glaube aber, daß die Gründe der letztern alle übrigen überwiegen, und bey bloßen Uferbefestigungen halte ich so gar es für nothwendig, die Faschinenspitzen gegen das Wasser zu richten, theils die Eisschollen unbeschädigt abzuhalten, theils den neuen Ausschlag zu befördern, theils eine baldige Verschlickung durch die mit dem Strome spielenden und ihn abmattenden Reiser zu veranlassen.

§. 213. Der Gebrauch dieser Materialien ist sehr mannigfaltig, es läßt sich indessen derselbe auf zwo Hauptgattungen von Werken einschränken. Einige werden vom Ufer an frey in den Strom hineingeführet, und stehen vom Ufer ab, diese wollen wir Packwerke nennen; andere sind nur wie eine Schale zu betrachten, unter welcher man das Ufer gegen die Angriffe des Stroms zu beharnischen suchet, und diese sollen Deckwerke heißen.

§. 214. Packwerke werden folgender Gestalt angeleget: nachdem man ins Ufer da, wo ein Packwerk hervorgehen soll, eine Schmarre eingegraben, die bis aufs Wasser eingeschnitten ist, und die Breite des Packwerks erreichet hat; so

Wirft 1) der Buhnenmeister eine Lage Faschinen zur Quere ins Wasser, so weit als es möglich ist, durch Bootshaken die Wegtreibung derselben zu verhüten, und heftet die so kurze Lage durch Würste und Pfähle zusammen.

2) Hierauf fährt er so fort, indem er auf der gehefteten Lage wie auf einem Floße sicher stehen kann, bis er die ganze Länge seines Werks nach der gegebenen Richtung und Breite, das ist, bis er die erste Lage vollendet hat.

3)

3) Hierauf pflöcket er in einem Abstande von etwas mehr als einem Fuße rings herum eine Wurst auf, und eben so noch eine Reihe in einer Entfernung von etwa 4 Fuß, und so weiter, bis die erste Lage, die etwa 3 bis 4 Fuß hoch seyn kann, ganz mit Würsten überdecket ist. Unterwärts sieht nunmehr sein Packwerk wie eine Hechel aus, durchstochen von einer Menge Pfähle.

4) Nun fährt er fort, die zweyte Schicht ohne weitere Gefahr ins Wasser zu stürzen, aufzutragen. Da aber dieselbe schon ziemlich hoch über dem Wasser hervorraget; so läßt er so viel Sand und Erde aufkarren, und über diese Lage verbreiten, als nöthig ist das Packwerk beynahe dem Wasser gleich einzutauchen.

5) Hierauf wird die dritte Lage aufgebauset, bis das Werk zu Grunde gegangen, und seine gehörige Höhe erreichet hat.

6) So bald das Werk den Grund erreichet hat, wird stärkere Erde und Sand aufgekarret, und endlich wird die Krone zwey bis drey Fuß mit Erde bedecket.

7) Endlich werden Weidenreiser aufgepflanzet, welche bald nachher ausschlagen, und die Oberfläche bebuschen. Alsdenn ist das Packwerk fertig.

§. 215. Wenn Holz von verschiedener Art zu einem solchen Werke genommen werden muß; so wird dasjenige, was Sonne und Luft nicht vertragen kann, den untersten mit Wasser allemal bedeckten Schichten einverleibet.

§. 216. Ein solches Werk läßt anfangs den Strom unter sich weglaufen, dieser spühlet den Sand zwischen den Pfahlspitzen weg, und verursachet eine Tiefe, in welche sich das durch die Last

des Sandes beschwerte Packwerk gleichsam eingrabet. Man mag nun Packwerke noch so dichte zusammen stopfen, und noch so fest verbunden haben; so werden sie sich doch im folgenden Jahre, wenn anders der Grund locker oder nur irgends beweglich ist, sich um einige Füße senken müssen. Dieses kann man vorher wissen, daher legt man sie gleich anfangs um so viel Fuß höher an, als nöthig wäre. Unterdessen haben sich die Kronen begrünet, diese bindet man durch Würste wieder nieder, führet wieder einige Erde auf, damit die Reiser von neuen ausschlagen können. Zuletzt bekommt man ein Packwerk, welches, so weit es über dem niedrigsten Wasser hervorraget, aus lebendigem Holze besteht, sich selbst erhält, und von welchem man Faschinen ärndten wird.

§. 217. Wenn ein solches Werk in Ansehung der Höhe zu schmal angeleget, oder nicht genug mit Sande belastet ist; so wirft solches ein reissender Strom über den Haufen. Allein dieses hätte man vorher bedenken, und sich für eine solche Angabe hüten sollen.

§. 218. Einige sind so unbehutsam, daß sie Baumpfähle in der Mitte einrennen, oder auch wohl vorschlagen, selbige mit halben Ankern verbinden, und meinen, dadurch ihr Werk unüberwindlich haltbar gemacht zu haben. Erfahrne Wasserbaumeister denken ganz anders. Diese sehen die Mittelremmpfähle als Hindernisse an, daß ein solches Packwerk nicht gehörig sich selbst in den Grund einwühlen kann, und die vorgeschlagenen Pfähle werden durch die Schollen losgeklopfet, und wenn das Eis aufbricht, so wird sie das angefrorne

frorne Grundeis so gar ausheben, und diese schwere Arbeit und Unkosten vergeblich machen.

§. 219. Bey Anfertigung des Bauanschlages hat man die Würste, weil sie so gut füllen als die Faschinen selbst, nicht besonders zu rechnen; sondern es bleibt dabey, eine Kubikruthe erfordert 9 Schock Faschinen, 4½ Schock Pfähle, 1 Schock Bundruthen die Würste zu binden, wenn die Bunde klein sind; andere kommen mit 30 Bund aus, und 3 Schachtruthen Erde oder Sand. Der Preis der Faschinen und des Arbeitslohns richtet sich nach den Umständen. Die Anschaffung der Geräthschaften wird, wo solche nicht vorhanden, besonders angesetzt.

§. 220. Die Deckwerke sind nur in so fern von jenen unterschieden, daß die Faschinenschichten dünner aufgetragen werden, sie erfordern mehr Würste und mehr Pfähle, auch mehr Reiser zur Bepflanzung, weil sie sehr flach angelegt werden.

§. 221. Sollte das Ufer steil und abbrüchig werden; so ist ein Packwerk bis auf den Grund vorzulegen. Und dafern der Strom reißend ist; so pflegt man triangelförmige Spitzen hervorragen zu lassen, da stößt sich dann die Gewalt des Stroms auf denselben ab, und der Eisgang streift nicht längst dem Deckwerke hin. Man nennt diese Triangel, Köpfe.

§. 222. Vor allen Dingen aber erfordern diese Deckwerke eine starke Bepflanzung, deren Ausschlag von Zeit zu Zeit gegen den Strom zu niedergebunden werden kann. Dieses wird endlich eine Befestigung, die durch keine Fluth, durch keine Eisfahrt, durch nichts verwüstet werden kann.

§. 223. Man bedienet sich dieses Mittels sowohl bey auswärts gebogenen, als auch bey einwärts gehenden Ufern. Bey jenen, weil kein eintretendes Ufer Buhnen haben kann; bey diesen, wenn man nirgends Buhnen anlegen kann, ohne zugleich das gegenüber liegende Ufer zu befehden, und man solches zu thun keine Erlaubniß hat. Manchmal geschiehet solches, die Unkosten einer Buhne zu ersparen. Ist aber das Schartufer ziemlich weitläuftig, so erfordern diese Bedeckungen oft mehr Aufwand als etliche Buhnen. Welches alles man vorher wohl zu überlegen hat, ehe man das eine oder das andere erwählet.

§. 224. Der Kosten Anschlag ist bey solchen Deckwerken sehr ungewiß, weil dergleichen Ufer insgemein ziemlich ungleich sind. Der körperliche Raum und die Faschinenzahl kann richtig genug angegeben werden. Man kann auch mit eben so viel Pfählen als Faschinen zufrieden seyn, aber die Würste, deren Zuthat, nebst der Füllerde und was die Bepflanzung erfordert, nebst der mühsamern und sich verzögernden Arbeit sind Dinge, die sich nicht eher genau bestimmen lassen, als bis man das Schartufer selbst in Augenschein genommen.

§. 225. Zum Beschluß dieser Betrachtung werde ich noch die Zeit anmelden, zu welcher diese Arbeit am bequemsten von statten gehet. Der Herbst ist es, wo die Reiser völlig ausgewachsen sind, und ihre Dauerhaftigkeit erlanget haben, und man thut wohl, wenn man die Faschinen noch belaubt einlegen wird. Der Herbst ist es, wo die Ströme gewöhnlicher Weise niedriges Wasser führen, und der Herbst ist es, wo Arbeiter für einen

billigen

billigen Preis zu haben sind. Der Faschinenbau schicket sich also am besten für den Herbst.

§. 226. Nunmehr sind wir mit der Faschinenarbeit überhaupt fertig, wir werden im folgenden Kapitel den Anfang machen zu untersuchen, bey was für Gelegenheiten, und nach was für Grundsätzen man sich derselben auf das vortheilhafteste bedienen könne.

Das dritte Kapitel.

Von dem Buhnenbaue.

§. 227.

Buhnen sind die vorzüglichsten Werke im Wasserbaue, durch diese beschützen wir abbrüchig gewordene Ufer, durch sie lenken wir die Strombahnen zu unsern Absichten, durch diese Werke verschaffen wir den Deichen Vorland, durch Buhnen führen die Stromnachbaren unter einander Krieg. Buhnen sind, daß ich mit wenig Worten alles sage, das in der Hydrotechnik, was Batterien in der Kriegsbaukunst sind. In Benennung dieser Werke sind die Wasserbaumeister sehr unterschieden. Im Preußischen heißen sie Abweiser, dieser Name ist teutsch verständlich und drücket zugleich die Wirkung dieser Werke bey nahe ganz aus. Anderswo heißen sie Packwerke, weil man bey ihrer Erbauung Faschinen auf einander packet, welche Benennungen aber sie nicht gehörig von andern Faschinenwerken, wo auch genug gepacket wird, unterscheidet. An-

derswo Flügel, warum aber nicht lieber Floßfedern? wenigstens schickte sich eine von Fischen hergenommene Benennung zu Wasserwerken besser, als eine von Vögeln entliehene. In Westphalen heißen sie Schlachten, auch Senkschlachten, vermuthlich von dem Einschlagen der Pfähle, mit welchen man die Würste auf die Faschinenlagen heftet. Hin und wieder heißen sie Krippen, oder wider ächt teutsche Schreibart geschrieben, Kribben, warum denn aber nicht lieber Raufen? denn diese Gebäude sind einer mit Heu ausgefüllten Raufe ähnlicher, als einer Krippe. Das Heu würde die Faschinen und die Raufe ihre Verbindung einigermaßen vorstellig machen. Wenn man in einer Provinz lebet; so muß man sich derjenigen Namen bedienen, die daselbst vom Gebrauche eingeführet worden, um verständlich zu werden. Schreibt man aber für das Ganze; so hat man Freyheit die schicklichste Benennung auszusuchen, und sich derselben zu bedienen. Ich meines Theils würde mich lieber des Wortes, Abweiser, als irgend eines andern, bedienen. Dinge, die wenig Aehnlichkeit mit andern bekanntern haben, sollten nach den Sprachgesetzen jederzeit ihre eigenthümliche Namen besitzen, welche andere nicht führen. Nun finde ich im Magdeburgischen den Namen Buhne, warum sollte man sich nicht desselben bedienen, ein Werk zu bezeichnen, so mit allen übrigen Werken der Kunst wenig ähnliches hat.

§ 228. Nunmehr muß ich dasjenige Kunstwerk, von dessen Anlegung umständlicher gehandelt werden soll, durch eine Erklärung deutlich zu machen suchen. Was ist eine Buhne? Eine Buhne ist ein Prisma, welches sich mit dem einen Ende an

das

das Ufer anschließet, mit dem übrigen Theile aber in das Wasser frey hervorraget, um den Lauf desselben abzuändern, je nachdem die Absicht des Baumeisters solches erfordert. Wohl bedächtig habe ich es bey dem allgemeinen Ausdrucke eines Prismatis bewenden lassen. Denn sollte man nicht Buhnen auch von Pfahl und Bohlwerken, oder von massiven Steinen aufführen können, wenn die übrigen Umstände solches erheischten? und würde nicht der Erfolg immer einerley bleiben, was man auch für Baumaterialien erwählet hätte? Es ist nicht nothwendig, daß eine Buhne aus Faschinen zusammen gepacket werde, ob es wohl sehr nützlich und üblich ist.

§. 229. Der Endzweck, um dessentwillen Buhnen anzulegen sind, verdienet unsere erste und vorzüglichste Aufmerksamkeit. Manche dienen bloß zur Beschirmung der Ufer für entweder zu besorgende, oder für Vergrößerung schon wirklich vorhandener Einrisse, diese wollen wir Schutzbuhnen nennen. Andere sollen die Stromkraft so lenken, daß Inseln, Sandhäger, oder wohl gar gegenüber liegende Ufer und Landzungen weggerissen werden, diese mögen Treibbuhnen heißen. Zuweilen leget man dergleichen Werke an, hohen Ufern und Schartdeichen Vorland zu verschaffen, man nenne, wenn es so gefällig ist, diese Gattung Fangbuhnen. Endlich so findet man dann und wann für nöthig verlassene Stromarme aufzuräumen, oder auch Kanäle zu vertiefen, darzu Buhnen erfordert werden, welche den Strom auffangen, um dessen eigene Kraft die Strombahn in den zu eröffnenden Kanal hinein zu leiten, ein solches Werk mag den Namen

einer

einer Schöpfbuhne führen. Zu mehrerem Endzwecke sind Buhnen nicht zu gebrauchen.

§. 230. Ufer, welche hervorspringen und sich in den Strom hinein legen, haben keine Schutzbuhne zu ihrer Erhaltung nöthig, sie sind, wie gemeldet worden, selbst Buhne. Sollten Fluth, Wellen und Eisgänge Einrisse verursachen, und man aus wichtigen Gründen sich genöthiget sehen, die hervorspringende Uferlinie schlechterdings zu erhalten; so wird man im folgenden Kapitel diejenigen Mittel beysammen antreffen, deren man sich zu bedienen hat, das Ufer zu ergänzen und zu erhalten. Bey geradelinigten und eingebogenen Uferlinien aber hat man zuförderst nach den Ursachen sich zu erkundigen, so diese Beschädigung veranlasset haben. Sollte etwan eine Schiffmühle den Sand aus der Tiefe weggemahlen haben, oder hätte eine Eisstopfung dem Strome Gelegenheit gegeben, einen Kolk vor dem Ufer auszuwühlen, oder sollten Schollen, welche der Sturm an das Ufer getrieben, dasselbe ausgeschliffen, und hin und wieder Scharten verursacht haben: so hat man sich vor allen Dingen nach dem Stromstriche umzusehen. Dieser folgt entweder der Mittellinie, oder hat seine Bahn dißseits, vielleicht noch jenseits der Strommitte fortgesetzet. So lange der Stromstrich die Mitte beobachtet, oder jenseits derselben noch befindlich ist, hat man nicht nöthig das Ufer anders, als durch eine Bepflanzung mit Reisern oder andere stärkere Uferbefestigung zu decken. Hingegen hat der Stromstrich sich dem Ufer dißseits der Mittellinie genähert; so ist der Fall vorhanden, da man ihm eine Schutzbuhne entgegen stellen muß.

§. 231 Diese Buhne soll lediglich das diſſeitige Ufer beſchirmen, ohne das gegenüber ſtehende anzugreifen. Folglich muß zwiſchen dem Haupte der Buhne und der gegenſeitigen Uferlinie die Normalbreite offen bleiben. Meſſet daher die beyden nächſten Stromengen oberhalb und unterhalb des Schartorts, findet zwiſchen beyden die mittlere Proportionalzahl, ſo habt ihr die Normalbreite gefunden, ziehet ſelbige von der in der Gegend der einzulegenden Buhne gemeſſenen Strombreite ab; ſo zeiget der Reſt die Kathete der Buhne, oder den Abſtand der äußerſten Buhnenſpitze vom Schartufer an. Z. E. die Breite der obern Stromenge ſey = 70 Ruthen, der andern = 74° alſo die Normalbreite, als mittlern Proportionalzahl = 72°. Nun wären etwa die beyden Ufer von einander entfernet = 87°, mithin 87 — 72 = 15°, ſo für die Kathete der Buhne übrig bleiben.

1te Anmerk. Wenn das Gegenufer ſeit dem Abbruche des diſſeitigen angewachſen wäre, ſo muß die Normalbreite von der Linie des vorigen Ufers vor dem neuen Anwuchſe angeſetzet werden, damit die Schutzbuhne ſolchen wieder wegnehme. Denn der Nachbar gegenüber hat kein Recht, von dem Schaden ſeines diſſeitigen Nachbars Gewinn zu ziehen.

2te Anmerk. Ob übrigens das diſſeitige Ufer ſteil, das gegenſeitige flach oder auch ſteil ſey, daran iſt bey gegenwärtigem Falle wenig gelegen. Genug, wenn das Schartufer gegen weitere Anfälle des Stroms gedecket wird.

§. 232. Bey Abſtechung einer ſolchen Schutzbuhne verfahret folgender Geſtalt: Es ſey a b c das (Tab. XI. Fig. 54.

vormalige Ufer vor dem Anwuchse. Ferner efg das schadhaft gewordene.

1) Fasset mit dem Zirkel die gefundene Normalbreite = 72°, und beschreibet die punktirte Linie eig.

2) Gesetzt gt wäre diejenige Stelle, welche am meisten beschädiget worden: so richtet vor derselben aus f in i den Perpendikel if auf = 15°, und ziehet aus dem Punkte i die Linie ih: so habt ihr die Hypothenuse ih gefunden, nach welcher die Schutzbuhne angeleget werden soll.

§. 233. Die Wirkung dieser Buhne wird folgende seyn: Es wird der Stromstrich künftig die Bahn eig beobachten, von dem ganzen Schartufer abgewiesen werden, und sowohl die Linie ci, als auch fg unangetastet lassen. Diese Buhne wird aber auch überdem den neuen ungehührlichen Anwachs adc wegnehmen. Beydes aber wird erst nach und nach, und zwar zugleich zu Stande kommen. Denn so lange von dem neuen Anwachse adc noch etwas übrig bleibet, so lange wird der Stromstrich nicht ganz die Bahn eig beobachten, bis dahin wird man sorgfältig die Buhne im Bau und besserlichen Stande zu erhalten und das Schartufer, wenn es nicht zu steil befunden wird, mit Reisweiden zu bespicken und zu verwahren suchen.

§. 234. Wenn das Ufer klm lang und zu sehr einwärts gebogen ist, dürfte eine einzige Schutzbuhne nicht hinreichen, dasselbe zu decken. Die gefährlichste Gegend ist lm, sintemal der Strom seine ganze Macht gegen diese Stelle anwenden wird, welches leicht einzusehen, wenn die Linie on bis m fortgesetzet und mit der Normalbreite die Parallele pl gezogen wird. Hierauf verfähret man wie vorher

um

um p q r, welche die Gränze der Schutzbuhnen abstieht, auf dem Papiere zu entwerfen.

Ferner suche man im Schartufer diejenige Stelle auf, wo sich der Stromstrich zu sehr demselben nähert, z. E. in K. Da nun K der Anfang des gefährlichsten Abbruches ist; so ziehet aus s nach r die Kathete, und von K nach S die Hypothenuse der ersten Buhne, welches eins war. Da nun die Direktion des Stroms A den Stromstrich in y wieder zu Lande treibet; wenn s y mit n u parallel gezogen wird; so errichtet daselbst die zweyte Buhne, deren Hypothenuse l w von der Vertheidigungslinie p q r durchschnitten wird. Alsdenn ist geschehen, was man verlangte, und das gesammte Ufer k t l x m ist in Sicherheit gestellet worden.

1te Anmerk. Wenn das Schartufer sich sehr weit erstrecket, und nach Verlauf von ein paar Jahren hinter der letzten Buhne abbrüchig bleibet; so siehet man sich genöthiget, entweder die zweyte Buhne zu verlängern, oder die dritte anzulegen.

2te Anmerk. Es würde nur unnöthige Weitläuftigkeiten verursachen, wenn man die Hypothenusenwinkel trigonometrisch bestimmen wollte, so leicht auch diese Arbeit wäre. Hier kann ein Fehler so gar von einem Grade wenig Veränderungen nach sich ziehen, wenigstens keine merkliche. Ja man kann bey großen Strömen, die 60 bis 100 Ruthen Normalbreite besitzen, auf eine halbe Ruthe über die punktirte Vertheidigungsgränze e i g hinaus fahren, ohne dem Nachbar gegenüber sonderlich schädlich zu werden. Eben so ist es nicht unumgänglich nothwendig, die Buhnen eben bis zur Gränze dieser Linie zu verlängern,

längern, wenn der Stromstrich etwa sehr rasch befunden werden sollte. Heftige Stromstriche in matten Strömen lassen sich weiter vom Ufer entfernen, als matte in schnell laufenden Strömen §. 139. Und im Fall die Buhnen nicht genugsam schützen würden, so verlängere man nur ihre Köpfe. Ein Mittel, wodurch man sich in allen Fällen leicht helfen wird.

§. 235. Die Wahl des Buhnenlagers kommt nicht allemal auf den Rath an, so die Theorie ertheilen würde. Ueberhaupt muß einer jeden Schutz- Treib- und Fangbuhne ihr Lager vor der schlimmsten Stelle des Einrisses abgestochen werden. Ja, wenn der Strom gleich Anfangs unter einem starken Winkel eingerissen hätte, dürfte am rathsamsten seyn, dieselbe da aus dem Ufer hervortreten zu lassen, wo sich der Abbruch bey a anfänget. Es ist aber auch der Grund zu erforschen, wo die Buhne ruhen soll. Ist dieser sehr uneben und hinter der Buhne sehr abschüssig, würde man es nicht seiner Unvorsichtigkeit zuzuschreiben haben, wenn der wütende Strom ein auf den Abhang eines Kolkes hingepflanztes Werk umkehret und zu Grunde stürzet? Tab. XI. Fig. 55. Sollte aber der Einriß nur in einer kurzen Bucht bestehen, wie Fig. 55. bey x y z; so verlohnt es sich nicht der Mühe, ein ordentliches Buhnenwerk vorzurichten; schon Hilfe genug, wenn man ein Packwerk y z vorleget, welches gegen den Strom einen Bogen formiret, damit es wie ein Gewölbe dessen Drucke widerstehet, und sich nicht über das niedrigste Wasser erhebet, damit der Strom selbst diesen Kessel mit Sande und Schlick ausfüllen könne.

§. 236. Von den Defensiv- oder Schutzbuhnen gelangen wir zu den Offensiv- oder Treibbuhnen, deren Endzweck nach §. 227. kein geringerer ist, als schädliche Gegenufer wegzureissen, und durch den Strom fortzuschaffen. Nach §. 142. gretfet keine Buhne eher das gegenüber liegende Ufer an, es sey nun entweder eine Landzunge oder Häger, oder Insel, als bis sie die Normalbreite überschretet; ich setze aber noch hinzu, daß sie sich auch eines Stromstrichs zu bemächtigen habe, wenn die gehoffte Wirkung gehörig erfolgen soll. Im Striche besitzet der Strom seine Macht, also muß man sich desselben hierzu bedienen. Folglich wird eine Treibbuhne nur daselbst möglich seyn, wo ein Stromstrich von ihr in Empfang genommen werden kann.

§. 237. Wenn die wahren Gränzen der Strombahn nach §. 106 gehörig gefunden worden; so darf man nur auf dem Gegenufer die Linie ziehen, welche andeutet, wie viel man wegschaffen wolle, um daraus alles übrige auf eine leichte Art zu bestimmen. Z. E. a b c d Fig. 55. wäre das wegzutretende Ufer: die Linie e f g parallel gezogen mit a d c, bezeichnete die wahre Stromgränze, e h g wäre mit a b c, vermittelst der Normalbreite parallel gezogen worden, und bey k erreichte der Strich A das Ufer. Mehr Zubereitungen sind nicht nöthig die Treibbuhne zu entwerfen. Sie soll den Stromstrich auffangen, also muß sie aus k hervorgehen: sie soll mit demselben die Spitze d von der Landzunge wegscheuren, folglich muß sie nach d hinzielen, und die Linie k d bestimmet den Winkel, d k i den sie mit dem Ufer k i machet: sie soll nur bis b wirken, folglich muß sich zwischen b und Tab. XI. Fig. 55.

ihrem Haupte m die Normalbreite b m = n o finden, dieses bestimmet ihre Länge. Die ganze Auflösung dieser Aufgabe, lautet nunmehr also: Ziehet von dem Orte k, wo ihr euch des Stromstriches ganz bemächtigen könnet, nach der äußersten wegzunehmenden Spitze des Gegenufers die Linie k d; so wisset ihr die Richtung der Buhne, welcher ihr eine solche Länge ertheilen müsset, daß zwischen ihrem Haupte und der Gränze des wegzutreibenden Landes die Normalbreite übrig bleibe. So ist geschehen, was geschehen sollte.

Tab. IX Fig 55.

§. 238. Der Beweis, daß die Buhne k m im Gegenufer einen Einriß bis b verursachen werde, ist nicht nur aus den Eigenschaften der Normalbreite zu führen, welche ein jeder auf sandigem Grund und Boden fortrauschender Strom nach und nach wieder herzustellen suchet, so oft ein Einbau die Strombahne schmälert §. 143. Sondern es fließet solches auch aus den Wirkungen der Stromstriche. Die Buhne k m fänget einen Strich auf, vereiniget seinen Stoß dergestalt, daß alle Wirkungen, welche die Linie k m treffen, sich in einen enge zusammengedrängten Wasserstreifen verbinden. Die Buhne verrichtet im Wasser eben das, was der Brennspiegel in den Sonnenstrahlen. Dieser verstärkte Stromstrich mahlet den Grundsand nach und nach weg, und nähert sich dem Gegenufer nach der Linie m p q, dieses wird steiler, rollet allmählig in den Strom hinein, bricht ab, wird weggeführet, und so kann denn nichts anders daraus erfolgen, als daß das Gegenufer sich je länger desto mehr verlieret. Wenn nun endlich die Normalbreite wieder hergestellet worden, so verlieret die Buhne

k m

k m ihre Wirkung, indem sie alsdenn der Lage nach sich nicht mehr in der Strombahne befindet.

§. 239. Zu dieser Hauptreibbuhne gehöret noch ein Sekundante, wem daran gelegen, seinen Entzweck ganz genau zu erreichen, dieser muß aber nicht eher zu Hilfe gerufen werden, als bis die Hauptbuhne bereits den Anfang gemacht hat, Bresche zu legen. Denn der häufige Sand, welchen diese Buhne abtreibet, lagert sich hinter der Landzunge von d nach c, und würde die Zunge am Ende sich blos verrücket haben, wenn dieser Sand nicht auch weggeschliffen würde. Eben so würde der Einriß k i G gleichsam von Ort zu Ort fortwandern, da hätte man denn ins unendliche fortzubuhnen. Sobald man nun den Anwachs des Sandes hinter der Zunge bemerket; legt man nach einer etwas steilen Richtung die Buhne r q an, die den Anwuchs hinter d c bald fortschicken wird. Diese Buhne hat allen Schutz von der vorhergehenden zu erwarten, daher kann man sie so steil vorrichten, als man solches nur immer für gut befindet. Sobald nun die Hauptbuhne k m ihren ganzen Endzweck erreichet hat, kann man r q nach und nach wieder eingehen lassen, die Hauptbuhne selbst aber muß sorgfältig erhalten werden. Denn man muß so schließen: Wäre in dieser Gegend keine Ursache vorhanden, die den Strom herüber dränget; so würde die Landzunge gar nicht entstanden seyn. Gehet die Hauptbuhne ein; so kommt der vorige Feind wieder zu Kräften, und waget einen wiederholten Angriff auf das Schartufer. Das soll er nicht; also bleibe die Batterie stehen, die ihn im Zaum halten und bändigen muß.

§. 240. Wenn Inseln oder Sandhäger wegzuschaffen wären; hat man vorher wohl zu überlegen, ob die Insel wirklich den nahe gelegenen Ufern schädlich sey. Denn wenn die beyden Stromufer, so die Insel in sich schließen, mit einer ziemlichen Abdachung in den Strom herabsteigen, warum will man eine unschädliche Insel wegschaffen? Sollte aber die Insel wirklich dem Ufer schädlich werden, und einen Stromstrich gegen dasselbe werfen, so ist erst noch zu untersuchen: ob man nicht durch eine Schutz- oder Schöpfbuhne diesen Strich abwehren könne, wovon bald gehandelt werden soll. Gesetzt dieses sey nicht möglich, der Stromstrich lasse sich weder durch die eine noch die andere ablenken, alsdenn bleibt die Frage zuletzt zu beantworten übrig: ob es nicht rathsam sey, die ganze Insel oder den Häger mit dem festen Lande zu vereinigen? Wenn die Schiffahrt oder Holzabladungen nicht den offenen Kanal A nothwendig machen, wenn noch dazu der andere Stomarm B die ganze Normalweite, entweder wirklich besitzet, oder sie doch erhalten kann, ohne sonderlichen Schaden des Eigenthümers gegenüber, sintemal nach Anhägerung der Insel D der Strom seine Normalbreite an den Arm B abtritt: so hägert die Insel D lieber gar an, zumal wenn beyde Ufer einem Herrn zuständig wären, der durch die Insel eben so viel gewinnt, als er vom Ufer a c d verlieret.

Tab. XI. Fig. 56.

§. 241. Fänden aber diese Vorschläge nicht statt, der Stromarm A sollte und müßte gangbar bleiben, die Insel wüchse zu gewaltig auf beyden Seiten an. Der Strom werde durch diesen Anwuchs der Insel gereizet, immer heftiger in beyde Ufer a c d und f g h einzubrechen und sie zu

ver-

verwüsten; denn ist der Fall da, wo die Insel ein Gegenstand des Wasserkrieges geworden. Cartha-go delenda, die Insel soll zerstöhret werden! Wohlan! Leget zuvörderst zwo Treibbuhnen in f und a dergestalt an, daß ihre Wurzel die Linie a f, so vor der Spitze der Insel vorbey streichet, be-rühre. Diese Buhnen werden nicht nur die Insel nach den Segmenten k o m und k o n abstossen, sondern auch wenn ihre Köpfe verlängert werden, nach und nach den Grund der Insel wegspühlen. Würde hierauf der Strom beyde Ufer in c und g desto wüthender anfallen; so senket daselbst aber-mals zwey Treibbuhnen ein, deren Köpfe gleich-falls von Jahr zu Jahr verlängert werden können. Auf diese Art werden zween Endzwecke zugleich erhalten. Beyde Ufer werden nicht nur geschützet und mit Vorlande beschenket werden, sondern es wird auch der gefährliche Feind von Grund aus aufgehoben und fortgejagt. Die untern Strom-bewohner indessen haben Ursache auf ihrer Huth zu seyn, daß der flüchtig gewordene Sand sich nicht wieder in ihrer Gegend niederlasse und neuen Unfug anrichte.

§. 242. Wenn eine starke Eisfahrt sich in das Schartufer der Insel m und n hineindränget, hat man wohl eher erlebt, daß eine solche anbrüchig gewordene Insel in einem einzigen Winter ver-schwunden; sonst aber verstrichen Jahre, ehe man zum Zweck gelanget. Da nun überhaupt bey Eis-fahrten und hohen Fluthen die wichtigsten Verän-derungen auf Strömen sich ereignen; so müssen alle Werke, die angreifen sollen, vor dem Winter völlig im Stande seyn. Mit niedrigem und faulem Wasser ist wenig auszurichten. Sandhäger, so

nicht über den Wasserstand des niedrigsten Wassers sonderlich hervorragen, werden auf eben diese Art weggeschaffet, nur daß die Treibbuhnen niedriger seyn können.

§. 243. Nach den Schutz- und Treibbuhnen treten auf unsern Schauplatz die Fangbuhnen; dieses sind solche Werke, welche zu dem Ende vorgerichtet werden, Vorland den Deichen und steilen Ufern zu verschaffen. Eine wichtige Beute! Nur Schade, daß man sie nicht eher fangen kann, als bis sie sich einstellet. Manche Ströme führen wenig Sand und Schlick mit sich, und diese sind zu Anhägerungen von dieser Art nicht tüchtig. Man kann sie aber dazu tüchtig machen, wenn man sich umsieht, ob nicht etwa irgendwo Sandhäger oder Schartufer anzutreffen. Diese müssen die obern Strombewohner doch endlich einmal sich vom Halse schaffen. Sobald man solches erfährt, kann man mit Anhägerungsbuhnen seine Absichten erreichen. Die mehresten Ströme führen Sand und Schlick genug mit sich, den Wunsch der Stromwucherer zu befriedigen. Die Havel von Spandau bis Havelberg ist sehr arm am Sande, weil ihn die großen Seen, durch welche sie fließet, abnehmen und verschlingen. Uibrigens kann man sich bey kleinen Flüssen damit helfen, daß man Vorland hinkarret, wo keines vorhanden, da hat die Gefahr sowohl, als auch das Mittel der Gefahr abzuhelfen, weniger auf sich, als bey grössern Flüssen, welche ganze Provinzen verwüsten, so oft sie mit vollen Fluthen, und reissenden Eisfahrten durch Ufer und Deiche hindurch stürmen.

§. 244. Fangbuhnen haben wenig verschiedenes von den vorigen an sich, indem alle Schutz-

und

und alle Treibbuhnen zugleich Fangbuhnen sind, da sich in ihrem Winkel immerdar Sand ansetzet. Faules Wasser läßt den Sand niedersinken. Nun findet sich in den Buhnenwinkeln mattes Wasser, also landen sie von Zeit zu Zeit an. Diese Verlandung der Buhnen dienet ihnen selbst zum Kontrefort, oder Pfeiler gegen den Stoß der Stromstriche. Ein sehr erwünschter Umstand, der sich von selbst ungesucht ereignet. Gleichwohl dürfte es wohl Fälle geben, wobey man vornehmlich darauf zu sehen hat, Vorland zu verschaffen, ohne das Gegenufer zu beunruhigen. Wie müssen demnach Fangbuhnen beschaffen seyn, daß sie ganz eigentlich zu diesem Zwecke das ihrige beytragen?

§. 245. Wo soll denn der neue Anwachs erfolgen? Am Ufer, oder mitten im Strome? Am Ufer. Gut! Man weiß aus der Mechanik, daß eine krumme Linie die Stöße eines parallel auffallenden flüßigen Körpers zerstreue. Bey den Treibbuhnen war es vortheilhaft, den Stoß des Stroms zu konzentriren, und also verstärket dem Gegenstande zuzuschicken: bey Fangbuhnen ist es dem Zwecke in aller Absicht sehr gemäß, den Stoß des Stromstrichs zu zerstreuen, damit man theils dem Wasser hinter der Buhne desto mehr Ruhe verschaffe, daß es den Sand niedersinken lasse, theils verhüte, daß der Strich nicht mit seiner ganzen Macht dem Gegenufer Abbruch thue. Es sey demnach AB ein Bogen aus dem Mittelpunkte C gezogen, welcher nie über einen Quadranten betragen soll, indem das übrige müßig seyn wird. Sind aaaa die Direktionslinien des Stoßes oder Stromstrichs; so sind bbbb die Reflexionslinien, deren Winkel oooo immer größer werden. Ob nun zwar das Tab. XI. Fig. 58.

Was-

Wasser selbst wegen seines Schusses nicht erlaubet, daß die Wassertheile zurück fliegen, oder nach den Linien bbbb abprallen; so wird gleichwohl so viel durch die Reperkussion erhalten werden, daß der Stromstrich, wenn er die Buhne verläßt, sich ausbreitet und dadurch seine Stärke verlieret. Treibt das Gegenufer mit seiner Lage den Stromstrich nicht vom neuen heran; so wird nothwendig sich längst dem Ufer eine Sandbank BCD Fig. 57. vorlegen müssen, welche den Radium BC zur Breite hat. Hierzu kommt, daß der Winkel ABC, weil er nicht zu spitzig ist, sich gleichfalls ganz mit Sande ausfüllt und zustopft.

Fig. 57.

Anmerk. Weder Parabel- noch sonst eine andere krumme Linie ist so geschickt, einen auffallenden Körper zu zerstreuen, wie aus der Dioptrik bekannt ist, als der Zirkel; daher habe ich einen Bogen aus dem Zirkel vorzüglich erwählen wollen. Die Gelegenheit zu dieser Erfindung hat mir eine alte Buhne gegeben, die, ich weis nicht, durch was für einen unglücklichen Zufall, diese Krümmung erhalten hatte, und ganz außerordentlich nachmals landete, ohne daß man am Haupte B einen starken Wassergang bemerken konnte.

§. 246. Diese gemachten Eroberungen von Vorlande müssen so fort mit Wasserreisern bespicket werden, deren Ausschlag von Jahr zu Jahr gegen die Stromseite nieder gebunden wird, damit man sich nicht nur seiner Beute versichere, sondern auch die Landung erhöhe und vermehre.

§. 247. Diese Fangbuhnen müssen über das höchste Wasser hervorragen, wo nicht, so stürzet dasselbe wie ein Ueberfall über dieselben weg, hebt hinter der Buhne Kölke aus, reißet das gewonnene

Vor-

Vorland wieder weg, und setzet die Buhne in Gefahr verlohren zu gehen. Wahr ist es, daß Buhnen, welche den Sommer hindurch der Sonne entblößet vom Wasser ausgesetzet sind, verwesen; werden sie aber gut mit aufgepflanzten Reisern behaubet: so hat man von der Sonne wenig zu befürchten. Es kommt albern genug heraus, wenn man, um der Mühe zu entgehen, solche Werke vom Neuen zu decken, sie lieber so anleget, daß der ganze Nutzen darüber vereitelt wird. Und wie sehen die gar zu niedrigen Buhnen aus, wenn der über dieselben hinrauschende Strom und Eisgang ihre Kappe zerzauset haben? Vom Seebaue ist hier nicht die Rede, die Seebuhnen können nicht begrünen; da muß man sich sehr hüten, daß man nicht Faschinen über den Seespiegel hervorragen lassen. Strombuhnen liegen im süssen Wasser, welches die Faschinen vegetiret. Man sehe nur die Strombefahrungsprotokolle von Gegenden nach, wo man die Buhnen zu niedrig anleget, ohne Unterlaß heißt es: zur Aufholung dieser oder jener Buhne, oder Krippe, so und so viel hundert Thaler. Warum finden sich dergleichen Kostbarkeiten nicht in andern Provinzen, wo man die Buhnen, weil man weis, daß sie sich in den ersten Jahren versenken, lieber zu hoch, als zu niedrig anleget, und nachmals sich des neuen Ausschlages der Weidenreiser bedienet, diese Werke mit einer unvergänglichen Decke zu bekleiden.

§. 248. Aber auch mitten im Wasser kann man Anhägerungen bewirken. Wir wollen uns eine Insel vorstellen, welche nicht schädlich ist, auf welcher Lustgärten angelegt worden, an deren Erhaltung und Verlängerung uns gelegen. Will Tab. XII. Fig. 59.

man

man diese Insel unterhalb dem Strome verlängern, so lege man nach Fig. 59. in A und B am Ende Fangbuhnen an. Diese Insel kann aber auch am Haupte gegen den Strohm herauf wachsen, welches beym ersten Anblicke unmöglich zu seyn scheint. Es verwandelt sich diese Unmöglichkeit sehr leicht in Möglichkeit, wenn eine Ankerbuhne, wie C andeutet, vorgelegt wird. Nach dieser Bauart kann man Anhäger und Vorland verschaffen, wo man nur will, zum voraus gesetzt, daß der Strohm sich zur Fluth und Ueberschwemmungszeit mit Sande und Schlick wohl beladen einfinde. Der Segen dieser Arbeit ist ungemein groß. Denn man verschafft nicht nur Land, wo sonst nichts vorhanden seyn würde, sondern man reiniget auch die Strombahne von Sandhügeln und Hägern, die dem Ufer mit der Zeit so sehr gefährlich werden.

§. 249. Endlich trift die Reihe die so genannten Schöpfbuhnen, von welchen sich manche recht verkehrte Begriffe machen. Wer diese Werke kennt, dem muß es nothwendig befremden, wenn in Planen die Schöpfbuhnen in Vorschlag gebracht werden, welche anländen, oder doch wenigstens genommenes Vorland erhalten sollen. Nein! Schöpfbuhnen sind gerade das Gegentheil, und werden eben zu dem Ende angelegt, daß sie den Grund ausbohren und vertiefen sollen, wie so gleich gezeigt werden soll.

§. 250. Schöpfbuhnen sind demnach solche Werke, deren sich Wasserbaumeister bedienen, einen beträchtlichen Theil des Stroms aufzufangen, um vermittelst dieses verstärkten Stromschusses einen Kanal zu reinigen und zu vertiefen.

§. 251. So heilsam es ist überflüßige Stromarme nach §. 126. abzuschneiden; so können sich gleichwohl Gelegenheiten hervorthun, wo man verschlämmte Stromarme wieder aufreißen muß. Z. E. Fig. B. raget das Ufer a zu weit hervor, und wirft den Stromstrich nach b hinüber, darüber versandet sich der Kanal C. Nun streicht der Strom wüthend durch den Kanal B, und verwandelt das ganze Ufer b c d in Schartufer. Mit dieser Verwüstung noch nicht zufrieden, treibt der Strom seinen Strich gegen das Ufer f. verwandelt es gleichfalls in Schartufer, und richtet an beyden Orten Schaden über Schaden an. Freylich kann man das Ufer b c d durch Schutz, oder um die Insel l. zu schmälern, mit Treibbuhnen decken. Eben so müßte man in f. verfahren. Allein so viel Buhnen kosten zu vielen und jährlich neuen Aufwand. Würde man aber den Kanal C. wieder eröffnen; so verlöre der Strom im Kanale B seine Stärke, und überdem würde der Strich g dem Striche h entgegen wirken, und beyde Striche mit einander vereiniget, würden den Strom nach der Direktion k fortstoßen, daß er aufhören müßte das Ufer f zu beunruhigen. Vortreflicher Vorschlag! das hieße wohl recht mit einem Hiebe zween Feinde tödten. Nun aber wie öffnet man den Kanal C? Tab. XII. Fig. 60.

§. 252. Es giebt noch immer Leute, welche sich die Buhnen wie römische Mauerbrecher vorstellen, die alles über den Haufen stürzen, wo ihr Kopf hinweiset. Diese werden in l ganz gewiß Buhnen anlegen, welche den Strom nach C hinweisen sollen, und der hartnäckige Strom wird sich für diese Nachricht bedanken, und seinen Weg

durch

durch B dem ungeachtet verfolgen. Würde man aber in n die Schöpfbuhne m n ansetzen; so würde dieselbe den Strom auffangen, ihn aufschwellen, seine Kraft im Kanale B schwächen, und ihn, er wolle oder wolle nicht, durch C durchführen. Diese Schöpfbuhne richtet zugleich eine Aufschwellung an, durch welche das Gefäll, mithin auch die Geschwindigkeit des Wassers vermehret wird. Ist nun die Buhne stark und hoch genug ganze Fluthen in den Kanal C hinein zu stoßen; so ist eine einzige Ueberschwemmung hinreichend, den ganzen Arm so tief und breit auszuräumen, als verlangt wird.

§. 253. Bey Grabung neuer Kanäle und Durchstriche sind Schöpfbuhnen ein nicht genug anzupreisendes Mittel seine Absichten bald und wohlfeil zu erreichen. Wer wollte doch so wunderbar denken, und sich es nur einmal in den Sinn kommen lassen, diese Kanäle bis auf den tiefsten Grund auszugraben? aber wer wollte auch so verschwenderisch seyn, und dieselben in der ganzen Breite ausheben, die sie zumal bey großen Strömen eigentlich haben müssen? Einen Kanal nur einen Fuß unter Wasser auszustechen, ist alles, was bey dieser Arbeit erlaubt ist. Die Arbeit eines einsichtsvollen Wasserbaumeisters sieht bey Durchstichen von dieser Art nichts anders aus, als wollte man dem Strome nur kund thun, daß er hier einen Kanal ausarbeiten solle. Z. E. Tab. VIII. Fig. 41. soll eine Zunge durchstochen werden. Grabet den Kanal A B E F aus, so daß er etwa das niedrigste Wasser mit seiner Tiefe erreiche, wo nicht, so ist es schon gut genug, wenn er das höchste gewöhnliche Wasser in einer Tiefe von einigen Fußen beherbergen kann. Was die Breite betrift; so ist es auch genug, wenn

man

man die Rasendecke so weit wegsticht, als er breit werden soll. Richtet aber in B eine gute Schöpfbuhne vor, das übrige wird der Strohm selbst zu Stande bringen.

Anmerk. Bey niedrigen und sandigen Erdflächen, welche der Fluß alle Jahre gewöhnlich überschwemmet, ist es nicht einmal nöthig den Kanal auszugraben. Man schicke, nach vorgelegter Schöpfbuhne, anstatt der Deichgräber einige Pflüge hin, und lasse den Kanalstrich tief umackern; so wird ebenfalls der Strom den Kanal tief und breit genug aushölen.

§. 254. Man kann auch mit Schöpfbuhnen so gar Ströme vertiefen. Hätte sich der Strom, weil er zu breit ist, mit Sande zu sehr angefüllet, man wollte aber gern wenigstens für die Schifffahrt in der Mitte einen fahrbaren Kanal erhalten; so wird unfehlbar unser Wunsch erfüllet werden, wenn Schöpfbuhnen hinter einander gestellet werden, wie solches Fig. 61 ausweiset, wo a b, c d, e f solche Buhnen sind, die bey einer übermäßigen Strombreite nicht einmal bis zu den Ufern verlängert werden dürfen. Ein wichtiger Artikel, der zu der Materie, die Ströme schiffbar zu machen, gehöret. Tab. XII. Fig. 61.

§. 255. So wären nun die brauchbarsten Arten von Buhnen abgehandelt worden, und es wird schwerlich ein Vorfall uns begegnen, wo wir nicht eine oder die andere Art mit glücklichem Erfolge anbringen könnten. Man siehet daraus, daß die Hauptsache bey Entwerfung dieser Werke, auf eine genaue Beobachtung des vortheilhaftesten Ortes zum Lager, auf eine dem Endzwecke gemäße Richtung, und endlich auf die gehörige Länge ankomme. In diesen Punkten wird uns allemal die Normal-

breite und der Lauf der Stromstriche zu rechte weisen. Es ist nicht nöthig, daß man hierbey auf weitläuftige und schwierige Feinheiten denke, der Lauf der Ströme ist so abwechselnd als ihre Stärke, über dem ist das Grundbett gar zu vielen Veränderungen unterworfen, als daß man sich auf einen Erfolg Rechnung machen dürfte, der bis auf Zolle mit der Theorie zuträfe. Man hat nichts versehen, wenn man seinem Werke nach obigen Regeln die ihm zukommende geometrische Richtigkeit zu Theil werden lassen. Was ist ein Wassergebäude anders, als ein Mittel, gewisse Absichten auf Strömen zu erreichen, so bald (welches wohl zu merken) der veränderliche Strom so mächtig geworden, daß er die gehörigen Wirkungen mit unsern Werken vereinigen kann?

§. 256. Allein die wahren Bauregeln, welche in Ansehung der Ausmessungen des Buhnenkörpers zu beobachten sind, verdienen noch bey dem Beschlusse dieses Kapitels unsere ganze Aufmerksamkeit. Wir werden daher zuerst von der den Buhnen nöthigen Höhe handeln. Es würde überflüßig seyn und unnöthigen Aufwand veranlassen, wenn man den außerordentlichsten höchsten Wasserstand eines aufgeschwollenen Stromes zum Maaßstabe der Buhnenhöhe, wie bey Deichen, annehmen wollte. Das äußerste, was man sich in diesem Maaße erlauben kann, ist die gerade Flucht des in einer solchen Stromgegend gewöhnlichen Ufers. Diese Höhe sollten billig alle Gattungen von Buhnen erreichen, nur diejenigen ausgenommen, die nichts am Ufer zu decken, sondern nur aufwachsende Sandhäger auf dem Grunde wegzureiben haben. Denn so bald der Strom über das Ufer tritt, so

ist

ist nichts mit ihm weiter auszurichten, er schüttelt das Joch der Kunst ab, und raset wild ins Land hinein, wo ihn nicht noch die Deiche bändigen. Zu niedrige Buhnen verwandeln sich bey Ueberströmungen in Ueberfälle, die hinterwärts tiefe Kolke ausheben und alles, was etwa in Jahr und Tag vom Lande genommen worden, wieder wegjagen. Nicht zu gedenken, daß der Eisgang, wenn er über ihre Krone oder Haube wegstreichen kann, lagenweis die Buhnen verwüstet. Also ist die Höhe der Ufer das Maaß derjenigen Höhe, deren im vorhergehenden Meldung geschehen.

§. 257. Zwar senken sich die Buhnen und diejenigen vornehmlich, welche auf einen ungleichen Grund gelagert worden: sintemal alsdenn der unten wegfließende Strom eine Rinne unterwärts aushebet, in welche die mit Sand beschwerten Buhnen hineinsinken. Jedoch diese Versenkung befestiget sie zugleich und höret auf, so bald sie hinterwärts sich verlandet haben. Man muß es sich also nicht befremden lassen, wenn man in den ersten drey Jahren diese Wasserwerke mit neuen Hauben zu belegen hat. Es ist aber auch diesem ziemlich abzuhelfen, wenn die eingepflanzten Weidenreiser gut ausschlagen und von Jahr zu Jahr niedergeknicket werden. Die Einwendung, daß über das Wasser hervorragende Packwerke vertrocknen und verwesen, hat nur alsdenn etwas auf sich, wenn die über dem niedrigsten Wasser hervorragenden Lagen nicht gehörig mit Erde versorget werden, auch kein grüner Ausschlag veranstaltet worden. Allein diesen Fehler kann man bey Flüssen allemal vermeiden.

§. 258. Die Breite der Buhne könnte nach einem festzusetzenden Kalkul bestimmet werden, wenn

solche nicht zugleich von vielen Nebenumständen abhienge. Eigentlich sollen sie theils von der Höhe, theils von der Gewalt des auf sie zuschießenden Wassers dieses Stück ihrer Symmetrie erhalten. Da aber die Faschinen zur Queere eingeleget werden; so würde auch die schmaleste Buhne wenigstens Faschinenbreite besitzen müssen, wenn sie sonst nach der Rechnung auch nur einige Fuß zur Breite nöthig hätte. Ueberdem stehet eine wohl mit Ballast beschwerte Buhne, die mit den Pfahlspitzen sich in den Grund eingebohret hat, viel zu fest, als daß sie von Eisstößen und Stromstrichen über den Haufen gestürzet werden könnte. Ich will damit so viel sagen, die Stärke des Widerstandes dieser Werke hanget mehr von einer guten Verbindung und Beläßtigung der Faschinen, als von sonst etwas anders ab. Vielleicht wird folgende Betrachtung uns in dieser Sache ein helleres Licht anzünden: Buhnen haben nichts als den Stoß des Stromes zu überwältigen, und dieser ist von dem Fuße an bis zur Kappe insgemein gleich, dennoch aber erfordert die zu besorgende Unterspühlung, wenn die Buhne unten nicht breiter wäre als oben, daß man ihr zu beyden Seiten eine Abdachung (Dossement) zukommen lasse, damit nicht der Stromstrich verleitet werde von oben herab nach dem Grunde zu bohren, sondern vielmehr im Anprellen von unten herauf gestoßen werde. Diese Abdachung ist das glücklichste Mittel Buhnen in ihrer Standhaftigkeit gegen die Stromstriche zu verstärken. Man wird kein Beyspiel aufzuweisen haben, daß ein wohlverbundenes Packwerk jemals von dem heftigsten Stromstriche, wenn er auch in einer Sekunde 6 Fuß Schuß gehabt, über den Haufen geworfen wäre, wenn

die

die Ausladung auf dem Grunde so groß gewesen, als die Höhe, das ist, wenn die Ausladung zur Höhe sich verhalten wie 1 : 1. Bey einem mittelmäßig reißenden Striche könnten sich beyde gegen einander verhalten wie 1 : 2. und bey einem schwachen wie 1 : 3. Wenn demnach bey einem Strome die Geschwindigkeit 2 Fuß in einer Sekunde betrüge, und die Buhne 18 Fuß in der Tiefe besäße, so bekäme sie 6 Fuß Ausladung. Wäre die Geschwindigkeit 4 Fuß; so könnten 9 Fuß auf 18 Fuß Höhe Ausladung hinreichend der Gewalt widerstehen. Denn man erwäge nur, was es zu sagen habe eine Hechel im Sande fortzuschieben, und wie sich der Sand gegen den Schub aufthürmen werde. Unter der Grundfläche aber stehet eine Buhne nicht anders als eine Hechel aus.

§. 259. Was die obere Breite betrifft; so wird dieselbe mehr durch die Länge, als durch sonst etwas bestimmet. Eine lange Buhne kann eher gekrümmet und abgebrochen werden, als eine kurze. Da nun die Breite an der Wurzel, wo sie vom Lande anfänget hervorzuwachsen, die Strebe gegen das Haupt zu, abgeben muß; so würde, da keine Buhne schmäler seyn kann, als die Faschinenlänge solches mit sich bringet, einer jeden Buhne am Haupte die Länge der Faschine also 8 bis 12 Fuß zur Breite anordnen, und auf jede Ruthe in der Länge, einen Fuß zur vermehrten Breite zugeben. Diese Zugabe müßte lediglich hinter der Buhne angesetzet werden, weil die Buhne auf der Stoßseite ihre Richtungslinie nicht verändern soll, und die Strebung allemal hinter dem Stoße anzubringen ist. Nach den Regeln der Zimmermannskunst.

§. 260. Hingegen vorne am Haupte muß durchaus keine Ausladung verstattet werden. Wozu würde diese Ausladung oder Abdachung anders dienen, als daß man daselbst einen den Grund aushöhlenden Wasserfall verursachte, der den Kopf nur desto tiefer versenken dürfte.

§. 260. Eben so sehr ist es zu misbilligen, wenn einige Rammpfähle mitten durch die Buhne schlagen, und meinen, dadurch dem Werke eine unüberwindliche Standhaftigkeit zuwege zu bringen. Diese vergessen, daß sich das Packwerk an den Rammpfählen aufhängt, und da es nicht nachsinken kann; so wird der Grund unter der Buhne weggespühlet, und am Ende ist es eben so gut, als wenn man gar keine Buhnen vorgelegt hätte, indem der Strom strich nicht anders wohin gelenket wird, sondern genöthiget wird große Kraft anzuwenden, alles zu untergraben, und grundlos zu machen.

§. 262. Nicht glücklicher verfahren andere, so um des Eisganges willen die Flanque oder den Kopf der Buhnen mit Raumpfählen von aussen zu verwahren suchen. Die Schollen klopfen die Pfähle los, wenn sie auch durch Holben mit einander verbunden, ja wenn sie auch verankert werden, und zuletzt beurlauben sich Pfähle und Holben zugleich. Wozu diese vergebliche Arbeit und Kosten, da eine jede Buhne stärkern Widerstand leistet, und durch ihre Faschinen die Schollen und Eisfelder eher abmattet, und von sich abweiset, als die Pfähle, die den Stoß ganz empfinden, da sie nicht nachgeben, und ausbeugen können?

Das vierte Kapitel.

Von der Uferbefestigung.

§. 263.

Die Erhaltung der Ufer gehöret so wesentlich zur Strombaukunst, als die Lehre von Vertheidigung der Festungen zur Kriegswissenschaft. Ehe und bevor wir uns nach Mitteln umsehen, beschädigte Ufer wieder zu ergänzen, oder auch sonst gegen den Angriff der Fluthen und Wellen zu vertheidigen, wollen wir diejenigen Grundsätze nach der Reihe durchgehen, aus welchen die Güte und Dauerhaftigkeit der Ufer zu beurtheilen ist.

§. 264. Vieles kommt auf die Masse an, aus welcher das Ufer bestehet. Felsigtes Ufer ist unverbesserlich gut, wenn es nicht in die Strombahne sich hineinleget, auch nicht unterwärts auf dem Grundbette hervorraget, und Wasserfälle oder seichte Stellen veranlasset, wider einen Felsen kann weder Fluth noch Wellen nur das geringste ausrichten. Aber wenn es durch seine Lage den Strom in Unordnung bringt, und ihn im Laufe aufhält; so ist es unverbesserlich schlecht. Immer kämpfet es mit dem Strome, dieser kündiget davor wieder dem Gegenufer den Krieg an, und läßt sich wie ein Eroberer von einem schwächern Feinde dasjenige wieder geben, was er gegen einen mächtigern verloren.

§. 265. Manchmal hat die Natur die Ufer aus lauter großen Kieselsteinen zusammen gepflastert, welche eben so unüberwindlich sind, als die felsigten, aber doch noch mit Hacken ausgehauen und überwältiget werden können, wenn sie schädlich werden: man kann aber ohne schwere Unkosten ihnen nicht viel abgewinnen. Diesen Ufern sind diejenigen weit vorzuziehen, welche aus dem gröbsten Kiessande bestehen, dessen Stücke die Größe der Hasel- auch wohl der Wallnüsse besitzen. Kein Stromstrich, kein Eisgang, keine Wellen sind wüthend genug ein solches Uferlager zu beschädigen. Der schwere Sand giebt sich selbst die gehörige Abdachung, welche den Stößen der Striche widersteht, die Tiefen entfernen sich von den Ufern, sogar, daß man mit den stärksten Treibbuhnen nicht im Stande ist, in dergleichen Gegenufer einzubrechen. Das einzige Gründeis kann ihm nachtheilig werden, wenn die aufsteigenden Schollen die unterwärts denselben angefrornen Steine mit in die Höhe nehmen, und dann mit dieser Beute davon fahren.

§. 266. Sand oder Thonerde sind die übrigen Sorten, die noch zu betrachten vorkommen. Es ist schwer zu entscheiden, welcher Sorte man den Vorzug zueignen solle. Thon und Leimen sind schwere Körper, welche so leicht nicht von dem Wasser fortgeschoben werden können; der Sand aber ist auch nicht leicht. Thonerde hängt fest zusammen, und die steilsten Ufer erhalten sich lange Zeit, ehe sie sich ausschalen und einstürzen; hingegen der Sand wird bey jedem Anfalle des Gewässers flüchtig, und bey Sturmfluthen gehen gleich ganze Felder verloren, überdem ist auch ein

sol-

solches Grundbett den schleunigsten Verwandelungen unterworfen. Daher Werke, die man aus dringender Noth mit den größten Unkosten angelegt hat, oft im folgenden Jahre nicht nur überflüßig, sondern so gar schädlich werden. Alles dieses zugegeben, wird man gleichwohl wieder auf der andern Seite zugeben müssen, daß der Sand, wo er irgend einen Rückhalt hat, sich nicht so gleich vom Strome wegschieben lasse, und da er so leicht sich in alle Lagen verändern läßt; so kann ein guter Wasserovidius ihn wieder mit seinen Zauberwerken in alle Gestalten verwandeln. Der Sand, wird man ferner einwenden, lasse das Wasser gar bald durchseigen, hingegen Thon, Leimen, Lattigerde werde höchstens nur feucht, und lasse gar kein Wasser durchdringen. Sehr gut! Allein die Thonufer lösen sich im Wasser beständig auf, und zerschmelzen gleichsam, zuletzt stürzen sie in ganzen Stücken in die Tiefe hinab, lösen sich auf, und sind nicht mehr; überdem geht es sehr langweilig her, ehe die Fangbuhnen dergleichen Ufern Vorland verschaffen. Jedoch wozu wird diese Vergleichung helfen? Beyde Gattungen von Masse haben ihre Vollkommenheiten, und ihre eben so große Unvollkommenheiten. Der Sittenlehrer sucht zwar die Menschen zu verbessern, indessen muß er sie nehmen, wie er sie findet, und dem Wasserbaumeister geht es nicht anders, er kann nicht das Erdreich erschaffen, wie er will, sondern er muß zufrieden seyn mit dem, was er antrift, sich den Eigensinn der Natur gefallen lassen, und nur dahin sehen, daß er auch die Unvollkommenheiten zu seinem Nutzen anwende.

§. 267. Torferde besitzt die seltsamsten Eigenschaften unter allen. Insgemein sind solche Ufer steil und tief, das Wasser fließt aller Orten durch, wie durch ein Sieb, aber sie weicht nicht aus, wird vom Eise wenig beschädigt, und erlaubt nicht, daß der Strom die Breite, oder die Richtung seiner Bahne ändere. Ruht die Torflage auf einem festen Sande oder Steingrunde; so schwimmet sie so gar, steigt und fällt wie der Strom. Weil nun die Gewalt des Stroms an solchen Ufern nichts ausrichten kann; so wühlt er desto ärger in der Tiefe, und verwandelt sein Grundbett in eine Reihe von Kolken. Gräbt man in dergleichen Feldern einen Kanal; so hat man lang zu warten, ehe ihn der Strom ausbreite, so weit man ihn ausstieht, so breit bleibt er. Zum Glück wird man dergleichen Unbequemlichkeiten wohl bey kleinen Flüssen und Bächen auf morastigen Wiesen, nie aber bey großen Hauptströmen antreffen.

§. 268. Die Festigkeit der Ufer hangt nicht nur von der Beschaffenheit der Masse ab; sondern auch und zwar vielmehr von ihrer Lage gegen die Strombahne. Uferlinien, die mit einer geradelinigten Strombahne parallel laufen, haben nichts zu befürchten, so lang die Stromtiefe in der Mitte bleibt; so bald aber sich die Tiefenlinie einem Ufer mehr nähert als dem andern; so wird das nähere bald abschüßig gemacht, und in Schartufer verwandelt werden, und dann fängt der Strom an zu serpentiren. Krümmet er sich wirklich, so fort verschwindet die Gefahr bey dem eintrettenden Ufer, welches von Zeit zu Zeit auch schräger wird, sie vermehret sich aber auf Seiten des zurücktretenden, welches immer steiler wird, je mehr sich die Tiefe demselben nähert.

§. 269.

§. 269. Die grösste Stärke bekommt das Ufer von der Abdachung, sintemal dieselbe nicht nur den Stromstrich von sich ablehnet, und ihn nach der Tiefe hinweiset, sondern da auch weniger Wasser über derselben stehet, so ist die drückende Last nicht so groß, es wird daher nicht abgescheuert. Nach diesen Bemerkungen wird ein jeder leicht von der Güte eines jeden Ufers zu urtheilen, und seine Maaßregeln darnach einzurichten wissen.

§. 270. Wo man keinen Feind zu vermuthen hat, braucht man auch keine Festung anzulegen. Die Uferbefestigungen können demnach nur bey steilen und einwärts gebogenen Linien vorfallen. Man sollte kaum vermuthen, daß bey einer so geringscheinenden Unternehmung, so viele Umstände vorläufig zu erwägen wären, ehe man den Anfang machen darf, seine Geschicklichkeit ins Feld zu führen. Die hauptsächlichste vorläufige Untersuchung begreifet folgende Fragen unter sich: Wie ist die Masse des Ufers beschaffen? Was für eine Lage hat die Uferlinie gegen die Strombahn? Was ist die Ursache des Einrisses? Ist es die sich nähernde Stromtiefe? oder ein Stromstrich? oder eine Sandbank, Insel und dergleichen? oder rühret der Abbruch von Eisstopfungen und Eisfahrten her? Wie lieget es gegen den Hauptsturmwind? Sind etwa gegenüber schädliche Werke angeleget worden? oder hat man Schiffmühlen zu nahe ans Ufer hingepflanzet? oder hält sich eine geheime Ursache in der Tiefe auf dem Grunde auf? Wie ist der Strom beschaffen? breit oder schmal? führet er Sand und Schlick, oder gar nichts mit sich? Und was soll denn am Ende für ein Erfolg entstehen? Soll das Ufer abschüssig werden, oder soll es steil bleiben? Will man zu-

gleich Vorland gewinnen oder nicht? Soll das Gegenufer unversehrt bleiben, oder will man daſselbe zum Theil gar wegtreiben? So mannigfaltig die Antworten auf diese Fragen ausfallen, so mannigfaltig müssen auch die Mittel seyn, deren man sich bedienet, seinem Endzwecke ein Genüge zu leisten.

§. 271. Aus diesen Umständen, welche allemal in eine so interessante Unternehmung starken Einfluß haben, könnte man durch die Kombinationsregel die Anzahl aller nur möglichen Aufgaben, die in solchen Fällen vorzukommen pflegen, herausbringen, zu deren Auflösung leicht ein Alphabet Papier erfordert werden dürfte. Da aber derjenigen Mittel, deren man sich bedienet, Ufer gegen alle Anfälle zu beschirmen, nicht eben gar zu viel sind; so hoffe der Erwartung eines geneigten Lesers ein Genüge zu leisten, wenn ich bey Untersuchung der Maaßregeln zugleich anzeige, in welchen Fällen dieselben anzuwenden sind. Die allerwohlfeilste und leichteste Uferbefestigung ist die Bespickung mit Weidenreisern, die überhaupt etwa eine Elle lang seyn dürfen. Diese Reiser schlagen aus, bebuschen sich, legen auf dem Grunde Schlick und Sand an, widerstehen der Ausspühlung sowohl, als dem reissenden Eisgange, können im folgenden Jahre wieder niedergebunden werden, und bedecken zuletzt das Ufer mit einem undurchdringlichen Harnische. Findet man nicht für nöthig sie ferner niederzubinden; so bieten sie eine gute Aerndte von Faschinen an, sie schützen, sie nützen. Allein wer siehet nicht ein, daß dieses Verfahren nur alsdenn an und vor sich selbst hinreichend sey diese Absicht zu erreichen, wenn das Ufer etwa nur oberwärts auf der Ober-

fläche

fläche bey Ueberschwemmungen ausgehöhlet wird, oder wenn es noch nicht seine ganze Abdachung verloren, wenn sich kein Stromstrich gegen dasselbe gewendet, auch die Tiefenlinie sich noch nicht so weit genähert, daß es seinen Fuß eingebüßet; sondern etwa durch Wellenschlag bey Stürmen und Abschürfung bey Eisgängen beschädiget worden, und kurz, wenn keine fortdauernde und immerwährende Ursache der Verletzung vorhanden.

§. 272. Seeufer erlauben diese Bespickung nicht, weil die Reiser im Salzwasser nicht ausschlagen, wenigstens wird keine Begrünung erfolgen, so weit Ebbe und Fluth heransteigen. Sollte die bloße Ergänzung eines beschädigten Ufers nicht hinreichen, dasselbe auf künftige Fälle zu verwahren, so werden Holzungen und andere Vorschläge erforderlich seyn, davon zu seiner Zeit gehandelt werden soll.

§. 273. Das zweyte Mittel bestehet in einer Belegung des Ufers mit Faschinen und Flechtungen, welche von einigen eine Landfeste, von andern eine Vernätherung, wieder von andern ein Grundbett, und noch von andern anders genennet wird. Vielleicht gefället es meinen Lesern, diese Art von Arbeit eine Uferdecke oder Deckwerk zu nennen. Ich verstehe aber darunter folgende Beschäfftigung: Man stößet von einem ziemlich abschüssig und brüchig gewordenen Ufer so viel stromwärts herab, daß man ein ziemliches Dossement bekomme: Hierauf beleget man diese Fläche etwa zwey Fuß hoch mit Faschinen, deren Spitze in den Strom herabhangen, leget Würste queer über die Faschinen, nnd heftet sie mit gewöhnlichen Handpfählen fest. Endlich überträget man

diese

diese Verflechtung mit Erde, und bepflanzet sie mit Reisern, damit sie begrüne. Dergleichen Uferdecken schicken sich zu allen anbrüchig gewordenen Ufern, man giebet ihnen dadurch eine künstliche Abdachung, und man hat nichts weiter zu befürchten, wenn keine Stromstriche oder Tiefen sich dem Ufer genähert haben, sondern die Ufer mit der Direktion der Strombahne ziemlich parallel laufen. Die Uferdecke ist also ein Mittel zu verhüten, daß ein abbrüchiges Ufer nicht steil werde, und wenn es steil geworden, seine Abdachung wieder erlange. Man kann dergleichen auch bey Seeufern mit Nutzen anbringen, nur hat man auf keine Begrünung sich Hoffnung zu machen.

Anmerk. Einige legen längst der Strombahn stufenweise Zäune an, und meinen, dadurch das Ufer für den Nachschuß zu verwahren. Allein die Stromstriche pflegen bey hohen Fluthen die Erde zwischen den Zäunen so künstlich wegzuspühlen, daß zuletzt Zaun und Ufer zugleich verloren gehen. Im Gegentheil schicken sich diese Zäune, wenn sie nicht über zwey Fuß hoch angeleget werden, vortrefflich zu Seeufern am Strande, denn sie halten den durch die Wellen angespühlten Sand auf, daß er nicht mit der abfließenden Welle wieder in die See zurück gewaschen werde, und man kann durch dieses Mittel, wenn es mit Vorsichtigkeit angewendet wird, die niedrigsten Strandufer nach und nach dergestalt erhöhen, daß so gar das Meer Land verschaffen muß.

§. 274. Sollte aber die Stromtiefe bereits das Ufer erreichet, und selbiges, so weit das niedrigste Wasser stehet, steil abgerissen haben; so

wird

wird die Uferdecke wenig helfen, nichts desto weniger wird der Sand unter derselben herabfließen, der Strom wird sie untergraben und im kurzen abreißen. Unter diesen Umständen wird der Unterspülung zuvor zu kommen, ein Bleßwerk vorgeleget. Das Bleßwerk ist ein prismatisches Packwerk, welches nicht über dem niedrigsten Wasserstande hervorraget, und längst dem Ufer fortstreichet, gegen den Strom zu eine Abdachung bekommet, hinterwärts aber mit dem Ufer sich vereiniget. So bald das Bleßwerk fertig, stürzet man einen Theil des Ufers schräge herab, und giebet demselben eine Uferdecke, welche mit dem Bleßwerke verbunden wird. Im Fall ein Stromstrich zugleich auf das Ufer losgehet; so ertheilet man dem Bleßwerke Köpfe, das ist, kleine triangelförmig hervorragende Zacken, so den Stromstrich abweisen.

§. 275. Alle diese Uferbefestigungen sind zureichend, wenn weiter nichts verlanget wird, als sich in dem Besitze seines Ufers zu behaupten. Wollte man aber verlornes Ufer wieder erobern; so setzet Fangbuhnen vor, von welchen Kap. III. umständlich genug gehandelt worden. Sollten diese Fangbuhnen den Stromstrich weit genug ablenken; so bedarf es hinter denselben keines Deckwerks, und man kann zufrieden seyn, wenn sich hinterwärts neues Land anleget, welches so fort mit Weidenreisern bepflanzet und gesichert wird.

§. 276. Schiffmüller suchen ihres Vortheils halber die lebhaftesten Stromstriche auf, finden sie nun dergleichen nahe am Ufer; so pflanzen sie ihre Mühle dahin, unbekümmert, was die Ausmahlung des Strombettes den Ufern für Einstürzungen

gen

gen zuziehen werde. Und was geht doch den Müllern Ufer, Wiesen und Aecker an? Genug, wenn gemahlen wird; wo das Korn herkommen solle, dafür mögen andere sorgen. Sollte nun ein solcher Schiffmühlenstand dem Ufer nachtheilig werden; so ist nichts billiger, als der Mühle einen minder gefährlichen Ort anzuweisen, daselbst mag sie dann mahlen. Würde aber eine Insel, oder anwachsender Häger, oder wohl gar eine Landzunge gegenüber den Strom dem Schartufer zuschicken; so werden die Fangbuhnen so anzulegen seyn, daß sie zugleich die Stelle der Treibbuhnen vertreten, und also zugleich angreifen, und zugleich beschützen. Man wird Kap. II. zu dieser Gattung von Buhnen die gehörige Anweisung finden. Es ist überhaupt bey allen solchen Anlagen zu bemerken, daß Arbeit und Unkosten vergeblich sind, wenn nicht zugleich darauf gedacht worden, die Ursache des Schadens aus dem Wege zu schaffen.

§. 277. Wenn ganze Häfen und Schutzflügel durch Packwerke in die wilde See hinein gebauet werden; so kann ich nicht absehen, warum sie nicht auch dienen sollten, die Ufer gegen Sturm und Wellen zu verwahren? dem ungeachtet schreitet man an der See nicht leicht zu dergleichen Werken. Herr Justitzrath Hunrich liefert uns im zweyten Theile seiner praktischen Anleitung zum Deichstel und Schlängenbau ein ganzes Kapitel, so von den Mitteln wider den Abbruch handelt. Er giebt deren fünfe an, das erste ist die Zurückziehung des Deiches vom Schartufer; das zweyte, Packwerke, kleine Verpfählungen, Steinlagen und Schläge; das dritte Bollwerke und Hölzungen; das vierte Steinbänke und Steinwürfe, und das fünfte Ein-

bau

bau von Stockwerken, Höft- und Schlängenwerken. Pag. 226. §. 9. nennet er den Einbau, welcher ganz unsern Buhnen gleichet, das letzte Mittel wider den Einbau, warum nicht lieber das erste und souveraineste Mittel? Wenn man auf dem Lande sich Weidenholz genug zugezogen hat; so ist es auch das wohlfeilste, und ich kann nicht absehen, warum man zu andern schreiten will, wenn diese diensamer sind die Ufer zu verwahren.

§. 278. Bisher haben wir uns so wohl mit der Abwendung des Abbruches, als auch mit Ersetzung desselben, und mit dem Anwachse des Vorlandes zu thun gemacht. Würde weiter nichts erfordert; so könnte ich ungehindert zum folgenden Abschnitte fortschreiten. Es finden sich aber zuweilen Ursachen, die uns nöthigen, hohe und steile Ufer mit Mauern und Holzwänden einzufassen. Der Schleußen-Festungs-Kanal- und Brückenbau geben hiezu oft genug Gelegenheit. Schräge Ufer sind ihrer Beschaffenheit nach allemal steilen weit vorzuziehen; so lang man Erlaubniß hat das Erdreich abzuschrägen, müssen alle steile Uferbefestigungen sorgfältig vermieden werden. Soll denn ein Ufer steil seyn und bleiben; so sind zwey Mittel vorräthig seinem Auftrage ein Genüge zu leisten, das eine besteht in einer Einfassung des Erdreichs mit einer Wassermauer, und das andere in einer Bekleidung desselben mit einer Holzwand, welche man im Seebaue eine Holzung nennt.

§. 279. Wassermauern sollen der erste Gegenstand unserer Betrachtung seyn. Ists genug? wenn ich sage, dazu gehören Grundpfähle, auf die Grundpfähle leget einen Rost, auf den Rost Quadern, auf Quadern und hinter den Quadern Stre-

vepfeiler, obenher haubet die Mauer wieder mit Quadern, die Quaderstücke verklammert mit Eisen, und endlich füllet hinterwärts alles, wo möglich, mit Kleyerde aus? Noch lange nicht genug. Wir müssen auch die Beschaffenheit jedes Theils dieser Arbeit, wenn sie dauerhaft bleiben soll, untersuchen.

§. 280. Rammet Pfähle in den Grund! aber was für Pfähle? Was für Holz schickt sich dazu? wie lang müssen sie seyn? sollen es Spund- oder gemeine Pfähle seyn? wie weit müssen sie über dem Grunde hervorragen? Diese Fragen werde ich nach der Reihe zu beantworten suchen. Was für Holz sich am besten zum Pfahl- und Wandwerke des Wasserbaues schicke, ist eine Frage, so nur alsdenn aufzuwerfen, wenn die Wahl bey dem Baumeister steht. Eichenholz dauert unter und über dem Wasser am längsten, und wird je länger desto härter, ihm gebührt der Vorzug vor allen, obgleich die Förster mit dieser Anpreisung des kostbaren Eichenholzes, so immer mehr sich aller Orten verlieret, nicht zufrieden seyn werden. Nächst diesem folgt das kieferne Holz, dessen Harz der Verwitterung lang widerstehet. Tannenholz geht noch so zur Noth an, wenn nichts besseres vorhanden. Hingegen Buchen und Erlen werden nur zu Grundwerken unter dem Wasser gebraucht, weil sie zu bald verwesen, wenn sie der freyen Luft ausgesetzt stehen. In Ansehung der Tiefe, zu welcher diese Pfähle einzurammen wären, ist zu bemerken, daß, wo es irgend möglich zu machen, alle Pfähle 6 bis 9 Fuß tiefer in den Grund eingerammet werden müssen, als die größte Stromtiefe durch das Grundbett hinstreichet. Denn wer giebt uns Gewährlei-

stung,

stung, daß sich nicht die Stromtiefe unserm Pfahlwerke endlich nähern werde? Geschieht das letztere; so stehen die Pfähle entblößt da, und stürzen mit der Mauer über den Haufen. Wenn man ferner erwäget, daß die Ufererde durch die Zwischenräume von einander entfernt stehender Pfähle in den Strom allmählig hinein fließen werde, wordurch Löcher und Vertiefungen hinter der Mauer entstehen; so wird man wohl keine Schwierigkeiten machen, alle massive Ufereinfassungen auf Spundpfähle zu stellen, welche das einzige wahre Mittel sind, diesem Uebel zuvor zu kommen. Soll Luft und Sonne nicht die Pfähle verwittern; so sieht man auch ein, daß weder Pfahl noch Rost über das niedrigste Wasser hervorragen müssen. Bey den Spundpfählen finde ich noch nöthig, eines und das andere zu erinnern. Einige formen sie, wie Tab. XII. Fig. 62. anzeiget, mit Falzen und Federn. Der hervorragende Streife heißt bey ihnen die Feder, und die Spalte, worinn er paßt, wird der Falz zubenamet. Andere haben bemerkt, daß bey dieser Einrichtung die Pfähle oft oberwärts von einander abspringen, und alsdenn entsteht in dem Falze ein lediger Raum, den die Feder des folgenden Pfahles nicht ausfüllt. Dannenher fanden sie für gut die Federn wie Schwalbenschwänze auszustoßen, so nach Fig. 63. in eben so ausgehöhlte Falzen passen. Man glaubte, diese Schwalbenschwänze würden den Pfahl anziehen, und nicht zugeben, daß er unter den Erschütterungen der Ramme abweiche. Dennoch geschah dieses, und die Schwalbenschwänze sprengten oft sich, und oft die Falzen. Die dritte Art ist aus Fig. 64. zu ersehen, wo die Feder wie ein spitziger Triangel her-

Tab. XII. Fig. 62.

vorgeht, und mit der Schärfe in die Rinne des vorhergehenden eingreift. Ich muß bekennen, daß diese letztere Gattung von Pfählen den Vorzug für beyde vorhergehende Sorten verdiene. Denn diese schließen sich so fest in einander, daß kein Wasser durchfließen kann, sprengen und wenden sich nicht, und der scharfe Rücken der Feder schneidet sich ordentlicher Weise in den benachbarten Pfahl ein. Die Spitzen dieser Pfähle werden schräg abgestutzt, damit das Erdreich die Pfähle unter dem Rammen andränge. Und endlich ist bey dem Rammen selbst zu bemerken, daß man die ganze Reihe der Spundpfähle zugleich berammen müsse, bald von der Rechten zur Linken, bald wieder von der Linken zur Rechten. Wollte man jeden Pfahl besonders bis zur größten Tiefe hineinstoßen, und denn den folgenden auch so behandeln; so würden sie sich nicht nur nicht unter einander zusammen drängen, sondern alle mit den Köpfen von einander stehen. So müssen also die Grundpfähle beschaffen seyn, und so müssen sie gerammet werden.

§. 281. Die zweyte Pfahlreihe, so unter dem Roste neben der ersten parallel hinstreichet, darf nicht das Wasser abhalten, und daher so wenig aus Spundpfählen bestehen, als diejenigen Pilots, welche den Rost unter den Strebepfeilern unterstützen. Ist man mit pilotiren fertig; so verzapft man einige, die andern schneidt man glatt ab, ein wohl verbundener Rost wird aufgelegt, und dann folgen die Steine.

§. 282. Gesetzt, man könne oder man wolle nicht die Wassermauer aus lauter Quadersteinen aufführen; so müssen doch wenigstens alle Ecken und Verkröpfungen aus Steinen von dieser Art bestehen.

hen. Manche führen von 6 zu 6 Fuß Streifen von Quadern auf, und den Zwischenraum füllen sie mit Klinkern oder wasserfesten Bruchsteinen. Insgemein werden Wassermauern dossiret, es ist aber solches von keiner unentbehrlichen Nothwendigkeit, indessen sparet man Steine wenn die Mauern unten stärker als oben sind. Die Kontreforts oder Strebepfeiler, welche hinterwärts angeleget werden, scheinen die Mauer gegen den Druck des Wassers zu unterstützen, aber dieses haben sie in Wahrheit nicht nöthig. Man hat kein Beyspiel, daß das Wasser Mauern in die Füllerde zurück geschoben, wohl aber, daß die vom Wasser erweichte Erde die Mauern in den Kanal hinein gestoßen. Die Strebepfeiler werden daher in einer andern Absicht angeleget. Man weiß es aus der Erfahrung, was für Gefahr den Mauern erwachse, wenn sie vom Wasser hinterspület werden. Diese Besorgniß allein ist es, warum man Kontreforts ihnen zugesellet, damit nicht das tückische Wasser diesen Streich spiele. Sollten aber Mauern, wie bey den Bären (eigentlich steinerne Wehre) nicht zu vermeiden ist, frey im Wasser stehen; so leget man keine Strebepfeiler an, man ertheilet aber von beyden Seiten den Mauren eine stärkere Dossirung, alsdenn sind sie ihre selbst eigene Kontreforts.

§. 283. Man hat sich für nichts mehr zu hüten, als daß das Wasser sich nicht in die Mauer selbst einschleiche, nicht eben deswegen, weil sich solches nicht schicket, sondern weil die Mauer gesprenget wird, wenn der Winterfrost das eingedrungene Wasser in Eis verwandelt. Der gewöhnliche Kalk ist nicht hinreichend dieses zu verhüten, daher leget man entweder die Quadern in Cement,

das ist eine Art Kalk, die im Wasser sich verhärtet, oder man verstopfet alle Lücken mit Mooß, welchen man mit stumpfen Meissseln eben so einschläget, wie die Schiffbauer ihre Schiffe dichten. Folglich sind wohl gearbeite Wassermauern kostbare Werke.

§. 284. Eben daher hat man sich genöthiget gesehen, auf dauerhafte Holzwände zu denken, die Ufer gehörig zu beschalen und einzufassen, deren Bauart nunmehr beschrieben werden soll. Wenn man sich über die Linie, welche bekleidet werden soll, verglichen hat; so werden die stehenden Pfähle in einer Weite von 4 bis höchstens 6 Fuß eingerammet, steil oder zurückgelehnt, wie es die Umstände erlauben. Hierauf werden Spundbohlen, etwa 2 Zoll dick, zur Quere in die Nuten dieser Pfähle hinabgestoßen, und zugleich das ganze Werk verankert. Endlich schneidet man an die Hauptpfähle Zapfen, und steckt die Holbe auf, alles wohl zusammen gepasset, vernagelt und befestiget. So weit die niedrigste Wasserlinie gehet, müssen entweder kurze Spundpfähle oder Spundbohlen der Länge nach vorgestoßen werden, damit das durchwässerte Ufer nicht unter die Wand in den Strom hineinfließe. Manche stellen die Hauptpfähle paarweise hinter einander und schieben die Bohlen, so lang sie sind, zwischen diese Pfähle ein, die so weit von einander stehen müssen, als die Bohlendicke solches erfordert. So verfähret man bey bloßen Ufereinfassungen, wie aber die Schleusenwände zusammengefüget werden, davon wird im Folgenden hinlängliche Anzeige geschehen.

§. 285. Aber nun gelangen wir zu einer Untersuchung, die eben nicht zu den leichtesten gehöret, wenn wir die zu jeder Höhe erforderliche Stärke

des

des Holzes berechnen sollen. Am kürzesten werden wir uns durch diese Schwierigkeiten hindurch arbeiten, wenn wir alles, was hierher gehöret, in kurze Lehrsätze zusammen fassen.

§. 286. Die unterstützende Kraft des Holzes ist unendlich groß, wenn aber Holz mit der Seitenfläche, das ist zur Länge, widerstehen soll; so ist der zu leistende Widerstand gleich dem Quadrate der Dicke multipliziret mit der Breite, und dividiret mit der Länge.

Beweis. Es sey die Breite des Holzes = b so ist offenbar, daß ein noch einmal so breites Holz auch noch einmal so starken Widerstand leisten werde, als ein nochmal so schmales; sintemal jenes betrachtet werden kann, als zwey neben einander gelegte schmale Hölzer. Folglich vermehret sich die Kraft zu widerstehen, wie die Breite. Weil aber desto mehr Holzfasern zu zerreißen sind, je dicker das Holz sich befindet, so vermehret sich der Widerstand durch die Dicke. Die Dicke sey = d, so bestimmet d b = die Kraft zu widerstehen, welche = x seyn soll. Nun aber wird die Stärke, mit welcher das Holz widerstehet durch die Länge geschwächet. Es werde ein Balken A B in eine feste Mauer M gestecket, am Ende in B sey eine Last P angehänget, deren Schwere eben zureichet den Balken zu brechen. a b ist die Stelle, wo die Fasern zu zerreißen den Anfang machen und c das Hypomochlium, folglich ist c b die Dicke allemal der Abstand der Last (es heißet hier Dicke diejenige Seite des Holzes, so sich dem Bruche widersetzet.) Hier haben wir nun das Verhältniß, nach welchem die Stärke des Widerstandes beurtheilet werden muß, nämlich: wie C B die Länge des Holzes zu c b die Dicke, Tab. XIII. Fig. 65.

so verhält sich x die widerstehende Kraft zu P der brechenden.

$$CB : Cb = x : P.$$

Die Linie CB soll seyn = l, die Dicke Cb sey = d, und x der Widerstand entspringet aus der Breite = b, mit der Dicke = d multipliziret, und wir können anstatt x, db substituiren. Demnach wird bey dieser Veränderung der Zeichen diese Proportion folgende Gestalt annehmen:

$$l : d = db : P.$$

Folglich $\frac{d^2 b}{l} = P$ welches zu erweisen war.

Wenn also ein stehender Pfahl, dessen Schwere nichts zum Bruche beytragen kann, irgendwo zerbrochen werden soll; so suche man zuvor den Punkt auf, wo die zerbrechende Kraft in demselben wirket, z. E. Fig. 66. Tab. XIII. ist B dieser Punkt bis A, steckt der Pfahl in der Erde; so ist in A das Hypomochlium und AC = d die Dicke, die Breite sey = b und AB = l. Alsdenn wird $\frac{d^2 b}{l}$ den Widerstand bestimmen, welche die Kraft in B zu überwinden hat, wenn der Pfahl brechen soll.

Anmerk. Alles übrige kommt nun auf Versuche an, damit man wisse, mit welcher Kraft eine jede Holzgattung widerstehe, und da wird man finden, daß Eichenholz am leichtesten abbreche, die übrigen Holzarten hingegen nach ihrer Zähigkeit mehr oder weniger widerstehen. Die Versuche, so von mir und andern desfalls angestellet worden, dienen zu keiner allgemeinen Regel, zumal da sich die Steiffigkeit des Holzes so gar nach dem Boden, wo es wächset, richtet. Es

hilft

hilft nichts dafür, wer mit Bauen viel zu thun hat, der muß mit demjenigen Holze, so ihm gewöhnlicher Weise zugeführet wird, selbst die Probe machen.

§. 287. Es kommt uns gleichwohl diese Formel noch nirgends recht zu statten, selten wird ein Pfahl, der nicht faul geworden, auf diese Art gebrochen. Wenn aber das Holz horizontal als Balke lieget, da ereignet sich dieser Unfall oft genug. Z. E. Fig. 65. sey A B ein solcher Balke. Nun wirket zu seinem Bruche nicht nur das Gewichte P, sondern auch des Balkens eigene Schwere. Aus der Mechanik ist bekannt, daß man die Wirkung der Schwere des Hebels ansehen kann als eine Last, die im Mittelpunkte der Schwere angehangen worden. Gesetzt, dieser Mittelpunkt sey m und die Schwere des Balkens = s, denn fragt es sich, wie viel trägt s in p zur Brechung des Balkens bey? Offenbar wird s nicht mehr zum Gewichte P beytragen, als es nach Proportion der Entfernung vom Ruhepunkte c beytragen kann. Folglich C B : C m = s : y, das ist derjenigen Kraft, die durch die Schwere des Balken zu P hinzukommet. Wäre nun der Balken durchgehends gleich schwer, wenigstens kann man sich denselben ohne Nachtheil allhier so vorstellen: so wird m allemal in der Mitte von C B angenommen werden müssen, folglich wirket S mit der Hälfte seiner Macht auf B, und $\frac{1}{2}$ s muß von P abgezogen werden, wenn die brechende Kraft der widerstehenden balanziren soll. In Rücksicht auf die Schwere, lautet nun unsere vorige Formel also: $\frac{d^2 b}{l} s = P - \frac{1}{2} s$, das ist: quadriret die Dicke,

multipliciret sie mit der Breite, und damit dividiret in die Länge des Holzes; so findet ihr das Verhältniß der brechenden Kräfte, von welchen die halbe Schwere der Balken abgezogen werden muß.

§. 288. Dieses alles soll durch Beyspiele erläutert werden. Man will wissen, wie viel an einem in einer Mauer befestigten Balken Last in B angehängt werden könne, ehe er abbricht. Der Balken sey 10 Zoll dick und 18 Zoll breit, und 30 Fuß lang, lasset zur Probe von eben dem Holze einen Stab ausarbeiten, welcher 1 Zoll dick, 2 Zoll breit, und 36 Zoll lang ist, gesetzt dieser bräche in die Mauer gesteckt mit einem Gewichte von 80 ℔ morsch ab. Bey dem Probestabe war $d = 1'$ und $d^2 = 1 \square'' \; b = 2'$, also $d^2 b = 2, 1 = 36$,

demnach $\frac{d^2 b}{1} = \frac{2}{36} = \frac{1}{18}$ als die gefundene Größe der Stärke des Probestabes. Die Dicke des zu berechnenden großen Balkens $d = 10''$ und $d^2 = 100$, die Breite $b = 18$ und $d^2 b = 1800$, die Länge 30 Fuß oder $360''$. Folglich $\frac{d^2 b}{1} = 1\frac{360}{360}$

$= 5$ als die Größe der Stärke des großen Balkens. Nunmehr schließet: $\frac{1}{18} : 5 = 80$ ℔ : 7200 ℔ $= P$. Man nehme an, der Balken sey 1590 ℔ schwer befunden worden, den Kubikfuß zu 42 ℔ gerechnet: wird nun die Hälfte $= 795$ ℔ von 7200 $=$ abgezogen; so zeigt der Rest an, daß ein Gewicht von 6405 ℔ den Balken in die äußerste Gefahr zu brechen setzen würde.

Tab. XIII. Fig. 67.

§. 289. Jedoch dieser Fall möchte wohl so oft nicht vorkommen, als der folgende. Unterstützet einen

einen Balken AB an beyden Enden in A und B. Wieviel kann er in C tragen, ehe er bricht? Diese Frage fällt unter andern bey Berechnung der Stärke der Brückenruthen vor. Im Grunde ist es das vorige Exempel, nur daß man hier auf die halbe Länge von AB zu kalkuliren hat. Weil sich aber die Hälften wie die Ganzen verhalten; so kommt einerley heraus, falls man nur den Probestab unter eben diesen Umständen bricht, man nehme 1 oder $\frac{1}{2}$ l an. Z E. ein dreyfüßiger Stab von eben dem Kernholze, wovon der zu berechnende Balken genommen worden, sey ein Zoll dick und breit, bräche unter diesen Umständen in C mit 60 ℔ beschweret. Es wäre des Probestabes Dicke $d = 1''$, folglich $d^2 = \square''$ seine Breite $b = 1''$, also $d^2 b = 1$. Ferner seine Länge $l = 36$, hieraus ergiebt sich seine verhältnißmäßige Stärke $= \frac{1}{36}$. Der Balke im Großen hat zur Dicke $d = 10''$ und $d^2 = 100$, seine Breite $b = 18''$, und also $d^2 b = 1800$. Endlich seine Länge $= 30' = 360''$, folglich seine verhältnißmäßige Stärke $= \frac{1800}{360} = 5$. Hierauf schließet also: $\frac{1}{36} : 5 = 80$ ℔ : 14400 ℔. Von dieser Last muß seine halbe Schwere $= \frac{1590}{2} = 795$ ℔ abgezogen werden, der Rest $= 13605$ zeigt die Last an, mit welcher der Balken zu zerbrechen drohet.

Anmerk. Demnach ist der Ausdruck $\frac{d^2 b}{l} - \frac{1}{2} S$ eine allgemeine Regel, die Stärke der auf beyden Enden aufliegenden Balken zu bestimmen. Wenn nun die Längen und Breiten verschiedener Balken einander gleich sind, so verhält sich ihre Stärke wie die Quadrate der Dicke. Ist Dicke

und

und Breite gleich; so verhält sich ihre Stärke umgekehrt wie die Länge.

Tab. XIII. Fig. 68. §. 290. Im Wasserbaue müssen zuweilen Balken gelegt werden, die man mit Erde überschüttet, und da hat man zu untersuchen, wie viel Last etwa einem jeden Balken aufs höchste aufgelegt werden könne, ehe er bricht. Es stelle AB einen an beyden Seiten aufliegenden Balken vor, der in C gebrochen werden soll. Ihn drücket eine Last Erde, oder Schutt, oder Korn = AFGB. Sollte dieselbe seine Stärke überwinden, so wird der Bruch unfehlbar in C entstehen. Es wird aber hier eine Last angenommen, deren Theil nicht zusammen hangen. Weil nun der Bruch in C erfolgen müßte; so wollen wir setzen, der Balken sey wirklich daselbst zerrissen, und man solle ihn in C unterstützen. Nichts ist sonnenklarer, als daß man die beyden Trümmer AC und CB sich als zween Hebel vorzustellen habe, welche von einer Last beschweret werden, deren Mittelpunkt der Schwere in D und E befindlich, und deren Direktionslinien durch DH und Ef angezeigt werden. Der Druck, den die Lasten D und E in dem Punkte C vereinigen, wird sich verhalten wie AC zu AH, nämlich wie die Hälften. Also ist dieser Druck jederzeit der halben Schwere der druckenden Last gleich. Wollte man wissen, wie stark ein Balken in der Dicke seyn müsse, um eine gewisse aufgeschüttete Last kaum zu tragen; so kann man sich folgender Formel bedienen: es sey die Last = P, so ist ihr

$$\text{Druck auf C} = \frac{P}{2},$$

weil, wie eben jetzt erwiesen worden, daß die Last nur mit ihrer halben Schwe-

re

re den Balken zu brechen suche. Diese Last vertheilt sich auf die Anzahl der Balken = n, mithin ist der Druck, den ein einzelner Balken empfängt $\frac{P}{n}$. Zu dieser Größe aber wird noch die halbe Balkenschwere = $\frac{1}{2}$ S hinzuzuthun seyn, den gesammten Druck zu bestimmen, welcher den Balken zu zersprengen drohet = $\frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S$, nach §. 285. war die Stärke eines Balkens von 1 Zoll breit und dick, und 3 Fuß lang, = $\frac{d^2 b}{1}$. Weil d = b, so können wir auch setzen $\frac{d^3}{1}$, und das Gewicht, so ihn zerbrach, = p = 80 ℔. Wir wollen die zu findende Dicke dieses Balkens x nennen, und weil die Dicke und Breite gleich seyn soll; so mag $\frac{x^3}{L}$, wenn L die Länge anzeigt, die Stärke des großen Balkens ausdrucken. Nunmehr können wir folgende Proportion angeben:

$$P : \frac{d^3}{1} = \frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S : \frac{x^3}{L}.$$

$$\sqrt[3]{\left(\frac{d^2}{1} \times \left(\frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S\right)\right)} = x$$

P

$$\sqrt[3]{\left(\frac{d^3}{l} \times \left(\frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S\right)\right)} \times L = x$$
$$P$$

Lasset uns jeder Größe ihren Werth ertheilen. Die Dicke des Probestabes d war = 1″, also d^3 = $1^{c\prime\prime}$, die Länge l = 36″, mithin $\frac{d^3}{l} = \frac{1}{36}$. P die auf die Backen zu schüttende Last sey = 108840 lb, n die Anzahl der Balken = 4 und 2n = 8, folglich $\frac{P}{2n} = 13605$. Es sey $\frac{1}{2}S = 795$, folglich $\frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S = 14400$. $\frac{d^3}{l}\left(\frac{P}{2n} + \frac{1}{2}S\right) =$ $\frac{1}{36} \times 14400 = 400$. Diese Größe mit p = 80 dividiret, kommt heraus $\frac{400}{80} = 5$. Wenn diese Zahl mit L = 360″ multipliziret wird; so erscheinet $\sqrt[3]{}$ 5360 = 1800. Und $\sqrt[3]{1800}$ = 12 bis 13 Zoll. So dick und so breit muß also ein Balken von vieren angeordnet werden, wenn alle viere unter der Last zu brechen beginnen. Ich sage 12 bis 13 Zoll, weil bey Ausziehung der Kubikwurzel 12 noch eine Kleinigkeit übrig geblieben.

Anmerk. Diese Berechnung soll nur so viel anzeigen, das Bauholz könne nicht dünner angenommen werden. Wer wird aber so bauen, daß sein Gebäude bey der geringsten Zugabe von Last in Gefahr stehe zertrümmert zu werden. Derowegen zieht man nach Gutbefinden entweder noch

eini-

einige Balken mehr unter die Last, oder giebt einige Zoll in der Dicke zu.

§. 291. Will man anstatt des vierkantigen sich des runden Bauholzes bedienen; so geht man am sichersten, wenn die Dicke desselben so groß angenommen wird, daß das berechnete Vierkantige, daraus gehauen werden könnte, zumal da der sogenannte Spint oder das äußere unreife Holz wenig Haltbarkeit besitzet, und als untauglich nichts zur Stärke des Balkens beyträgt.

§. 292. Damit aber nicht über diese Feinheiten die Hauptsache vergessen werde; so sehe mich genöthiget zur Untersuchung der Stärke einer Uferbeschalung, welche man anderswo Holzung nennt, wieder zurück zu kehren. Ein Feind muß niemals eher angegriffen werden, ehe seine Stärke verkundschaftet worden. Die Bekleidung hoher Ufer mit Pfahl und Bollwerken ist höchstens ein Werk der Erwartung ähnlicher Fälle, wofern man nicht zu bestimmen weis, wie stark der Druck des Ufers gegen die dasselbe einfassende Holzwand sey. Schüttet Sand oder andere leicht bewegliche Körper über einander; so werdet ihr wahrnehmen, daß sie so lang über einander herabrollen, bis die Grundlinie der Abdachung der Höhe gleich ist. Z. E. Ein Ufer BDC soll mit einer vorgeschlagenen Holzwand eingefaßt werden, wie stark wird der Druck gegen die Wand DC anzunehmen seyn, um dagegen die Dicke der Pfähle zu proportioniren? Der Theil des Erdreiches, welcher von der Linie AC eingeschlossen wird, trägt sich selbst, weil $AE = CE$, indem das Erdreich unter dieser Bedingung ruhet. Aber das Prisma ADC drohet herabzuschiessen, wenn die Wand DC nicht gehörigen Widerstand thun sollte. Tab. XIII. Fig. 69.

sollte. Die Schwere dieses Klumpens ist bald zu finden. Weil AE beständig EC gleich ist; so kann AD und DC nie ungleich werden, die Fläche des △ ADC ist also jederzeit dem Quadrate der halbirten Höhe DC gleich. Es sey DC = a, so ist ADC = $\frac{a^2}{2}$. Ein jeder Pfahl hat nun so viel Erde zurück zu halten, als sich in dem Zwischenraume zweener Pfähle befindet. Diese Pfahlweite sey = b; so bestimmet $\frac{a^2b}{2}$ den körperlichen Inhalt des Erdkörpers, so gegen die Holzwand dränget. Aus der Mechanik ist bekannt, daß die Kraft eines Keils sich verhalte wie die Grundlinie zur Kathete. Hier ist die Grundlinie oder Höhe AD der Kathete AC gleich. Nehmet an CD = x und DA = a, und schließet $a : x = \frac{a^2b}{2} : \frac{a^2bx}{2a}$ als dem Körper, dessen Schwere dem Seitendrucke dieses Prismatis gleich ist. Wenn nun x = a, so können wir $\frac{x}{a}$ gar wegwerfen, worzu soll Zähler und Nenner dieses Bruches mit einerley Zahl multipliziret werden? so bleibet $\frac{a^2b}{2}$ übrig, diesen Seitendruck zu bestimmen. Z. E. a = 10′, so ist a^2 = 100 □′, es sey b = 5′, alsdenn wäre $\frac{a^2b}{2} = \frac{500}{2}$ ᶜ′ = 250ᶜ′ wäget 1 Kubikfuß Erde 100 ℔; so beträget der Seitendruck 25000 ℔.

Zugabe.

Zugabe. Wird b weggeworfen, so bleibet $\frac{a}{2}$ übrig. Woraus die allgemeine Regel fließet, daß die Seitendrücke sich gegen einander verhalten wie die halben Quadrate der Höhen. Wie die Hälften so die Ganzen, also können wir auch sagen: sie verhalten sich wie die Quadrate der Höhen.

§. 293. Es könnte gegen diese Berechnung des Seitendrucks etwa eingewendet werden, daß dieselbe nur bey sandigem Erdreiche zuträfe, nicht aber bey lettigem, als welches sich durch seine Zähigkeit dergestalt mit sich selbst verbände, daß es so gar senkrecht stehen bleibe, wie man solches bey allen steil abgebrochenen Ufern aller Orten wahrnehmen könne. Bey so bestallten Umständen würde die Berechnung der Pfahldicke sehr überflüßig seyn? Ich antworte hierauf: So lange das Ufer trocken bleibet, wird diese Einwendung allerdings statt haben. Wie aber da, wenn das aufgeschwollene Wasser hinter der Holzbeschalung alles erweichet und durchdringet, auch der oben auf das Ufer herabträufelnde, oder vielmehr herabgießende Platzregen, das Erdreich mürbe und flüßig machet? Sollte denn nicht das Erdreich aufbersten, und gegen die vorgeschlagene Beschalung drengen?

§. 294. Die Berechnung des Seitendrucks der Ufer ist im Grunde einerley mit der §. 93. vorgetragenen Anweisung, den Seitendruck des Wassers ausfündig zu machen, nur daß allhier, anstatt den Inhalt des körperlichen Raums mit der Schwere des Wassers zu multipliziren, selbiger mit der Schwere des Erdreichs vervielfältiget wird. Die Auflösung lautete §. 93. folgender maßen: Findet

den Quadratinhalt der Seitenfläche, und multipliziret ihn mit der halben Höhe, und hier wird ebenfalls die Seitenfläche mit ihrer halben Höhe multipliziret, die Größe des drängenden Prismatis zu entdecken. Denn §. 292. ward zwar die Formel $\frac{a^2 b}{2}$ angegeben, die nach §. 93. also aussehen würde: $ab \times \frac{1}{2} a$, allein $\frac{a^2 b}{2}$ ist $= ab \times \frac{1}{2} a$, sobald die Multiplikation des letztern Ausdrucks wirklich erfolget.

§. 295. Wenn Wasser in das Erdreich eindringet; so vermehret sich die Schwere eines Kubikfußes, wir aber berechnen den Seitendruck nach der Schwere des trockenen Sandes oder Erdreiches, sollten wir uns hierinnen nicht unverzeihlig irren? Antwort: im geringsten nicht. So lange das Wasser vor der Verschalung dem Wasser, so hinter derselben das Erdreich flüßig gemachet hat, das Gleichgewicht hält; so lange kann dieser Umstand nicht die Rechnung ändern. Die Nässe, so nach dem Falle der Fluth übrig bleibet, vermehret zwar die Schwere, aber worzu leget man Anker an? Und da die Anker das Pfahlwerk ungemein verstärken; so kann man für Pfahlbrüche ganz sicher seyn, wenn man auch gleich auf die möglichst geringste Dicke des Holzes kalkuliret hätte.

§. 296. Bey dieser Gelegenheit werde ich meine Leser mit einer Erzählung unterhalten, die fast unglaublich scheinen dürfte. Die Unvorsichtigkeit, ich weiß nicht mehr wessen? hatte einer sehr starken, ja überflüßig starken Verschalung gegenüber, eine Schutzbuhne angeleget, welche einen ziemlich

heftigen

heftigen Stromstrich kommandirte. Diese Buhne holte das Erdreich so gar hinter der Beschalung vor, und ließ die Beschalung stehen. Eben derselbe Buhnenmeister, nicht anders als ob ihn das Unglück verfolgete, legte anderswo eine Buhne, einer Wassermauer gegenüber, an, und diese raubte das Ufer hinter der Mauer weg, ohngeachtet die Mauer stehen blieb. Bey einer genauern Untersuchung dieses Abentheuers fand man, daß die Buhne, vermittelst des Stromstrichs, die Tiefe zur Verpfählung hingewiesen hatte. Nun waren daselbst keine Spundpfähle oder Spundbretter vorgeschlagen worden; war es denn zu verwundern, daß der Sand sich zwischen den Fuß mit wie ein Kamm von einander abstehenden Pfählen in den Strom hinein gemahlen hatte?

§. 297. Dieser Zufall ist zugleich ein Beweis, daß die Buhnen das gegenüber befindliche Ufer nicht durch den Stoß des Wassers, wie man sich wohl einbilden möchte; sondern durch Versteilerung desselben, vermittelst der herangeschobenen Stromtiefe, wegtreibe §. 142. 143. In der Theorie kann man oft durch eingebildete Ideen große Wahrheiten entdecken. In der Geometrie laufet fast alles auf Einbildungen hinaus. Der geometrische Punkt, Linie, Fläche und der geometrische Raum sind in einer wirklichen Welt unmögliche Dinge, und dennoch demonstriren sie tüchtig darauf los. Aber in der Ausübung hat man sich für nichts mehr zu hüten, als für eingebildete Kräfte und Wirkungen, die zu Maßregeln verleiten können, welche von dem, was sie wirken sollten, das Gegentheil hervorbringen.

§. 298. Der Druck des hinterliegenden Erdreichs ist berechnet worden, wo soll man aber am Pfahle den Punkt annehmen, wo sich diese druckende Kraft konzentiret? Die Sache verhält sich allhier eben so, als die Wirkung eines auf einem Hebel liegenden gleichschweren länglichten Körpers, da man den Mittelpunkt der Schwere zur Entfernung der Last vom Ruhepuukte annimmt. Hier druckt der abschießende Erdkeil aller Orten gleich stark auf den Pfahl; wir irren uns daher nicht, wenn wir die halbe Höhe des Pfahls zum Entfernungspunkte des horizontalen Druckes machen, und nun können wir seine Dicke = x nach §. 286. folgender Gestalt finden: $\frac{d^3}{l}$ war die Stärke eines kleinen Modellbalkens, dessen Breite und Dicke gleich groß war, und ich setzte daher §. 290. anstatt $\frac{d^2 b}{l}$ den Ausdruck $\frac{d_3}{l}$, weil d = b ist. Ueberdem war P die Last, so ihn in der Mitte eben zertrümmerte, P sey der Seitendruck und L sey die Länge des über dem Grunde herausstehenden Pfahles, x sey seine zu suchende Dicke. Da wir nun schließen können

$$P : \frac{d^3}{l} = P : \frac{x^3}{L}$$

so ist $\frac{\left(\frac{d^3}{l} \times P\right)}{P} \times L = x^3$. folgl. $\sqrt[3]{\left(\frac{d^3}{l} \times P\right)} \times L = x$.

Weil

Weil der kleine Probepfahl auch von einem Gewichte in der Mitte gebrochen wurde, und die Hälften sich verhalten wie die Ganzen; so können wir in diese Formel l und L geradezu anbringen. $\frac{d_3}{l}$ war nach §. 293 $= \frac{1}{3\frac{1}{7}} P$, nach §. 292 $=$ 25000 ℔, wenn nämlich die Höhe $=$ 10′ und die Pfahldicke mit eingeschlossen, fünf Fuß zur Distanz der Pfähle anzunehmen wäre. Und $\frac{d_3}{l} P = \frac{25000}{36}$. Das Gewicht P, mit welchem der Probestab beschweret brach $=$ 80 ℔, daher $\left(\frac{\frac{d_3}{l}}{P}\right) P = 2\frac{5}{2}\frac{0}{8}\frac{0}{8}\frac{0}{0}$ wird diese Größe mit $L = 10$ multipliziret, so kömmt zum Vorscheine $\frac{25000}{288}$, davon $\sqrt[3]{} = 4\frac{1}{2}''$ als die unentbehrlichste Dicke, mit welcher der Pfahl zu brechen drohet.

§. 299. Wenn nun von demjenigen Holze, dessen man sich zu dergleichen Pfahlwerken bedienet, ein Probe- oder Modellpfahl verfertiget und probiret worden; so kann nach folgendem Angeben ein Täflein verfertiget werden, wornach die Dicke des Holzes auf alle Höhen der Wand bestimmet wird, so lange nicht etwa eine andere Gattung von Holz gebraucht werden soll. Es ist §. 292. in der Zugabe erwiesen worden, daß sich die Seitendrucke wie die Quadrate der Höhen der einzufassenden Ufer verhalten. So hoch die Ufereinfassung ist; so groß ist die Länge des aus dem Grunde hervorragenden Pfahls, wir wollen die Höhe des niedrigen Ufers mit l und des hohen mit L bezeichnen. Der Druck des niedrigen Ufers sey p und des hohen $=$ P, so

wird das Verhältniß statt finden. $p : P = l^2 : L^2$. Aber wie wird sich die Stärke des Pfahls verhalten müssen? Es war $\frac{d^2}{l}$ der Ausdruck die Stärke eines Pfahls zu bestimmen, der eben so dick als breit war; hier aber bey Verfertigung der Tabelle kommt die Länge der Wand nicht mit in Anschlag; sondern man stelle sich vor, man wolle ein hohes Ufer mit einer Reihe Spundpfähle einfassen, wo es auf die Breite eines einzelnen Pfahls gar nicht ankommt, sondern lediglich auf die Dicke. Würden diese Spundpfähle zu dünne gerathen, so würde der Druck des Erdreichs sie alle brechen. Wiederum sind die Pfähle stark genug gegen den Druck der Höhe proportioniret: so werden sie alle stehen bleiben, Nach §. 289. und zwar dessen Anmerkung, verhält sich die Stärke zweener gleichbreiten Pfähle wie die Quadrate der Dicke: Folglich, wenn die Dicke $= d$; so wird sich $\frac{d^2}{l} : \frac{D^2}{L}$ verhalten wie $p : P$. Hier haben wir zwey Proportionen, die zum ersten Gliede einerley Verhältniß haben, nämlich; $p : P = l^2 : L^2$ und $p : P = \frac{d^2}{l} : \frac{D^2}{L}$

Folglich $l^2 : L^2 = \frac{d^2}{l} : \frac{D^2}{L}$

$l^3 L^3 = d^2 : D^2$ und wenn $D = x$

$$\frac{L^3 d^2}{l^3} = x^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{L^3 d^2}{l^2}\right)} = x.$$

Wüßtet ihr nun, l sey = 10′, die Dicke eines Pfahls, so dem Drucke des Erdreichs von dieser Höhe kaum Widerstand leisten konnte, sey = 4½″, und man wollte die Dicke x zur Höhe L = 20′ suchen, so verfahret also: L^3 = 13824000″, d^2 = $\frac{81}{4}$″, beyde Größen multiplizirt, sind = $\frac{1119744000}{4}$ = 279938000. Es ist l^3 = 1728000, beyde dividiret = 162 und $\sqrt{}$ aus 162 = 13 Zoll. Auf diese Art ist folgendes Täfelein verfertiget worden, welches die Dicke der Holzeinfassung oder Beschalung auf jede Uferhöhe anweiset.

Höhe des Ufers.	Dicke des Holzes.	Höhe des Ufers.	Dicke des Holzes.
5 Fuß	1¼ Zoll	15 Fuß	8½ Zoll
6 —	2¼ —	16 —	9 —
7 —	3¼ —	17 —	10 —
8 —	3¾ —	18 —	11 —
9 —	4 —	19 —	12 —
10 —	4½ —	20 —	13 —
11 —	5¼ —	21 —	14 —
12 —	6 —	22 —	15 —
13 —	6¾ —	23 —	16 —
14 —	7½ —	24 —	17 —

1te Anmerk. Hieraus sieht man, daß eine Beschalung von 5 bis 7 Fuß noch aus lauter Spund-

bohlen von 3 bis 4 Zoll dick, die oben in einen Ramm eingefaßt werden, bestehen könne,

2te Anmerk. Weil dickes Holz stärker widersteht, als dünnes seiner Proportion nach, indem das dicke innerlich steifere Faden hat: so wird man wohl thun, wenn zu einer Höhe von 7 bis 10 Fuß 6zöllige, und von 10 bis 14 Fuß 8zöllige Pfähle erwählt werden, bey den übrigen Höhen kann alles unverändert bleiben.

3te Anmerk. Wenn man Achtung giebt, wie dick eine Wassermauer sey, die auf eine gewisse Höhe gute Dienste geleistet; so kann man durch eben diese Formel die Dicke zu allen übrigen Mauern finden, welche der observirten an Stärke gleich kommen sollen.

4te Anmerk. Man vermindert den Gegendruck des Erdreichs, wenn die Pfähle, gegen das Ufer zu, schief eingerammet werden, welcher Vortheil bey aller Gelegenheit, wo es die Umstände leiden wollen, nicht aus der Acht zu lassen ist.

§. 300. Einige setzen zur Absteifung der Beschallungen Streben vor, welche Hunrich und Brahms Schoren nennen. Brahms billiget dieses Verfahren nicht, weil dazu nicht nur viel Eisen und Holz erfordert wird, sondern auch die Schoren, wenn das flüßig gewordene Erdreich zu stark die Beschalung fortdränget, die Pfähle zu heben behilflich sind, des Eisganges nicht zu gedenken, der diese Streben nur gar zu oft wegreißet. Mich dünkt, diese Gründe sind wichtig genug für Schoren zu warnen, und dagegen die Anker anzupreisen, welche die Holzungen stärker zurückziehen, und nichts vom Eisgange zu befürchten haben. Fig. XIV. Tab. 72. ist eine Beschalung mit verschiedenen

denen Verankerungen vorgestellet worden, und Fig. 73 weiset, wie ein solcher Anker in seinem Lager beschaffen ist. a b ist der Vorriegel, welcher die Pfähle zurücke hält. d und e die Ankerbalken, f g die Ankerschwelle, h i k l die Pfähle, so die Ankerschwelle zurücke ziehen. Ueberdem werden diese Hölzer in einander verkammet, daß sie sich nicht in ihrer Lage verschieben können.

§. 301. Es gehöret sehr wesentlich zu dieser Materie zu wissen, wie fest ein Pfahl in der Erde stecke. Insgemein werden Pfähle so tief eingeschlagen, als sie über den Grund hervorragen sollen, wenn der Grund thonigt ist; ist aber selbiger mürbe und locker: so muß man sie wohl anderthalb mal so tief einrammen, als sie oberwärts hervorstehen sollen. Ist der Grund derbe; so versiehet man die Pfähle mit eisernen Schuhen. Dennoch widerstehet felsigter Grund viel zu sehr, als daß man allemal seinen Zweck erreichen könnte. Wenn Brückenjoche nicht tief genug eingeschlagen werden können; so pflegt man sie oberwärts mit großen Quadersteinen zu belasten, damit sie nicht von der Gewalt des Stromes und Eises erschüttert und ausgehoben werden. Die Festigkeit aber, mit welcher Pfähle von verschiedener Dicke und Tiefe in der Erde stecken, beruhet auf zween Punkten. Einmal: je dicker ein Pfahl ist, desto mehr Fläche giebt er dem anschließenden Erdreiche durch dessen anziehende Kraft fest gehalten zu werden: die Peripherien verhalten sich wie die Diameter, also verhalten sich auch so die anklemmenden Kräfte: folglich stehet ein noch einmal so dicker Pfahl auch noch einmal so fest, als der noch einmal so dünne, bey gleicher Tiefe. Multipliziret den Diameter mit

der Tiefe, auf welche die Pfähle hineingeschlagen worden; so habt ihr das Verhältniß, in welchem sie von dem Grunde festgehalten oder geklemmet worden, gefunden. Mithin steht ein noch einmal so dicker und noch einmal so tief eingerammter Pfahl viermal so fest, als ein anderer. Diese Berechnung gilt nur alsdenn, wenn die Pfähle senkrecht heraus gezogen werden sollen. Die kleinern kann man durch einen Hebel herauswippen, die größern, wenn sie nahe am Ufer stehen, kann man heraus rammen. Hiermit hat es folgende Bewandtniß: es wird an den Pfahl ein Balken befestiget, der über einem Klotze liegt, dieser Balken wird sehr dick und kurz seyn müssen. Der Klotz stellet das Hypomochlium vor, und auf das andere Ende des Balkens stößt man so lang mit der Ramme, bis der Pfahl losgehet. Stehet aber der Pfahl mitten im Wasser; so umschlinget man denselben mit einer Kette, die man an zweyen beynahe gefüllten Kähnen befestiget. Die Kähne werden ausgeschöpfet, und man schlägt seitwärts stark an den Pfahl; so werden diese Erschütterungen sowohl, als die hebende Kraft der Kähne den Pfahl losziehen.

Tab. XIII. Fig. 71.

§. 302. Anders ist der Widerstand zu berechnen, wenn der Pfahl seitwärts gelüftet, und durch hin und her Wanken los gewuchtet werden soll. Da stecken die Pfähle fest im Verhältnisse der Quadrate der Tiefe. Denn es soll der Pfahl BD Tab. XIII. Fig. 71. durch eine Kraft von C nach A losgewanket werden, seine Tiefe in dem Grunde sey = DC, so ist das Erdreich CAD wegzustoßen. Ein anderer stecke nur mit der Tiefe FD im Grunde, so ist nur FED wegzuräumen. Beyde Triangel CAD und FED verhalten sich gegen einander

der

der wie das Parallelogramm, deren Hälften sie sind, und diese wieder wie die Quadrate; also ist hier ein Quadrat Verhältniß und Pfahl, so auf diese Art gewältiget werden sollen, widerstehen wie die Quadrate ihrer Tiefen, dafern sie von einerley Stärke wären. Sind sie noch in Ansehung des Durchmessers von einander unterschieden; so widerstehen sie im Verhältnisse des Quadrates ihrer Tiefen multipliziret mit ihrer Dicke oder Durchmesser.

§. 303. Die Natur und der Künstler führen mit einander einen immerwährenden Krieg, dieser lasse es sich nicht befremden, wenn die mit so vielen geheimnißvollen Kräften gerüstete Natur ihm dann und wann ganz unerwartete Schwierigkeiten entgegen stellet. Felsen, wofern sie nicht aus einem ganz undurchdringlichen Gesteine bestehen, können doch noch, wenn die Pfähle mit verstahlten eisernen Schuhen bewaffnet worden, dergestalt durch die Ramme zerschmettert werden, daß der Pfahl wenigstens stehet: wer sollte es sich nur einmal einfallen lassen, daß es auch einen losen Sandgrund gebe, der die Schläge der alles erschütternden Ramme vereitelt? Die Geschichte dieser Seltsamkeit verhält sich folgendermassen: ein Wasserbaumeister, der vorsichtig genug war den Grund zu untersuchen, ehe er Pfahl und Ramme herbeyführte sein Werk anzufangen, fand im Grunde einen Sand, der die eiserne Stange, mit welcher sondiret wurde, willig viele Fuß tief eindringen ließ. Er machte den Anschlag auf ziemlich lange Pfähle, besorgt, ob sie auch lang genug seyn möchten die Last eines schweren Mauerwerkes, so er auf diese Pilot gründen wollte, standhaft zu ertragen. Er

ließ

ließ mit der Ramme den Anfang machen, bey den ersten Stößen fuhr der Pfahl tief genug in den Grund, ja bohrte beynahe tiefer hinein, als es ihm lieb war. Denn was konnte er sich für Haltbarkeit von einem Sande versprechen, der so leicht auf jeden Stoß auswich? Unvermuthet stand der Pfahl, und sprang auf jeden Stoß wieder in die Höhe, nicht anders, als ob eine Springfeder unter dem Pfahle wäre, die den Pfahl wieder in die Höhe gehoben, wenn die Ramme ihn niedergestoßen. So gieng es bey dem ersten, so gieng es bey dem zweiten und bey allen Pfählen, die er desselben Tages einsetzte. Des folgenden Tages waren gar diese Pfähle aus dem Grunde wieder auferstanden, und schwammen frey im Sumpfe herum. Es thut mir leid, daß man keine sorgfältigere Untersuchung angestellet hat, als daß man wahrgenommen haben wolle, daß unter dem Moraste eine Sandbank von feinem Sande befindlich gewesen, welcher sich so fest in einander geschlossen, daß er die Stelle eines elastischen Körpers vertreten können, der den Stoß, welcher ihn niedergedrücket, wiederholet und dadurch den Pfahl wieder in die Höhe geworfen. Daß diese Vermuthung gegründet gewesen, kann aus dem Mittel ersehen werden, dessen sich der Baumeister bediente seine Pfähle tief genug in den Grund einzustoßen. Er erwählte einen andern Pfahl, hieng selbigen mit Stricken an den einzurammenden, jedoch nach einer horizontalen Lage, auf, und sofort bohreten die Pfähle durch den sogenannten Wallsand durch, ja ließen sich ungemein leicht einrammen, so tief, als es für gut befunden ward. Es ist nicht zu läugnen, daß nicht durch den aufgehängten Querpfahl die Last des einzuschlagenden

ver-

vermehret worden, daher der zurückspringende Sand nicht fähig war, seinen Feind mit eben der Kraft wieder zurückzustoßen, als er einzubohren trachtete. Noch mehr aber mag das Zucken, welches durch die gespanneten Stricke hervorgebracht worden, und den Stoß des Rammbärs unmittelbar darauf wiederholte, darzu beygetragen haben. Denn in demselben Augenblicke, da der Grundsand zurück wirkte, stieß das Zucken des Querpfahls dieser Wirkung entgegen und verhinderte, daß der gerammete Pfahl nicht wieder in die Höhe fuhr. Auf diese Art war es möglich, der List der Natur durch eine wohl ausgesonnene Gegenlist zu begegnen.

§. 304. Die Gegenwirkung eines gestoßenen Körpers ist in den ersten Grundgesetzen der Natur gegründet, und daher bey jedem Rammstoße unvermeidlich. Man würde also die Wirkung der Ramme verdoppeln, wenn man allemal sich dieses Handgriffs bedienen wollte. Die sich ohne Unterlaß auseinander ruhenden Rammknechte lassen Zeit genug übrig, bey Ansetzung eines neuen Pfahles einen Querpfahl, sollten es auch mehrere seyn, anzubinden. Aus dem Tielemann van der Horst siehet man, daß dieses Kunststück den Holländern nicht unbekannt sey.

§. 305. Endlich giebet mir diese Begebenheit einen Wink, meine Meinung von der jetzt so ernstlich gesuchten Verbesserung der Rammen zu sagen. Unzufrieden mit der langweiligen Arbeit und noch mehr mit den schweren Kosten, so das bisherige Pfahlrammen veranlasset hat, fordert man die Mechaniker auf, vollkommene Rammen zu erfinden. Was verlangen denn die Architekten? Sollen in einer bestimmten Zeit mehr Stöße erfolgen; so

wird

wird man durch keine Gattung von Maschinen mehrere und zugleich eben so starke, am wenigsten aber stärkere Schläge durch Menschenhände hervorbringen, als durch die gemeine Ramme, wo der Stoß des Bäres und die Anzahl der Stöße der Anzahl der Züge, auch die Höhe des Falles der Tiefe des Zuges der Rammknechte jederzeit gleich ist. Denn es sey die Schwere des Bärs = P, die Geschwindigkeit des Falles = C, so ist $P C^2 = I$ dem Stoße. Ferner es sey die Höhe des Hubes = R und die Zeit, in welcher der Bär so hoch erhoben worden, = T. Weil die Geschwindigkeit durch den Raum, dividiret mit der Zeit, nach den Grundsätzen der Mechanik bestimmet wird; so können wir anstatt C den Ausdruck setzen $\frac{R}{T}$, mithin $P \times \left(\frac{R}{T}\right)^2 = I$. Die Kraft eines Mannes ist unveränderlich = V, die Anzahl der Mannschaft sey = N, alsdenn ist $V N = I$, sonst wäre die Wirkung größer oder kleiner, als die wirkende Ursache, welches eine ewige Unmöglichkeit ist. Folglich ist jederzeit $P \left(\frac{R}{T}\right)^2 = V N$. Und $\frac{P \left(\frac{R}{T}\right)^2}{V} = N$. Die Anzahl der Mannschaft wird wohl niemand zu vermehren wünschen, wohl aber zu vermindern, also soll N kleiner werden = n. Nun aber ist die Frage, weil die Wirkung allezeit der wirkenden Kraft gleich seyn soll, was in der Formel $\frac{P \left(\frac{R}{T}\right)^2}{V}$ für eine Größe verringert werden solle? V ist so lange unveränderlich, so lange man die Menschen

neh-

nehmen muß, wie man sie findet, oder so lange man sie nicht umschaffen kann. Also könnte vielleicht P, das ist die Schwere des Bärs verringert werden. Wird P verringert, so sind die Schläge schwächer; wird R verringert, so hebt die Ramme nicht so hoch, als sie vorher gehoben hat, und die Schläge werden wieder schwächer. Soll T vermehret werden, sintemal durch Verlängerung der Zeit die Kraft, wenn sie geringer ist, eben dieselbe Wirkung hervorbringen kann, als sie hervor gebracht, da sie größer war. Aber alsdenn geschehen in einer Stunde wenigere Schläge. Mehrere Veränderungen sind unmöglich, und so ist es denn auch unmöglich eine Ramme zu erfinden, wo man mit wenigerer Mannschaft in einem Tage eben so viel, geschweige denn mehrere Pfähle, auf eine festgesetzte Tiefe einschlagen könnte, als mit einer grössern Anzahl von Menschen.

§. 306. Es ist aber auch wahr, daß bey der Ramme vieler Betrug mit unterlaufet, viele stellen sich als ob sie zögen, und ziehen in der That nicht. Könnte eine solche Ramme erfunden werden, wo nothwendig ein jeder seine Kraft gleich allen übrigen anwenden müßte; so könnten allemal einige Rammknechte ersparet werden. Hierinnen möchte vielleicht eine Verbesserung dieses Rüstzeuges zu hoffen seyn.

§. 307. Was die Haspelrammen betrifft, dergleichen von dem ehemaligen Herrn Abte und jetzigen Herrn General-Superintendenten Hähn, meinem verehrungswürdigen vormaligen Lehrer zu Klo-

ster

ster Bergen, erfunden und mit glücklichem Erfolg gebrauchet worden *), so ist nicht zu läugnen, daß sie mit ungleich wenigerer Mannschaft betrieben werden kann, auch kann sich der Faulenzer bey derselben nicht verbergen, die Schläge aber erfolgen desto langsamer, und es könnten in einem Tage nicht so viel Pfähle eingestoßen werden, als mit einer gewöhnlichen. Hat man nun nicht Ursache sich mit der Arbeit zu übereilen; so wird sie allerdings sehr vortheilhaft seyn, und sie verdienet in Ansehung der falschen Arbeiter auf solchen Fall den Vorzug für den gewöhnlichen. So würde das Urtheil der Theorie nach lauten müssen. Denn es ist unmöglich wahr, daß die Wirkung irgend einer Kraft durch irgend eine Maschine in einem determinirten Zeitraume vergrößert werden könnte, als sie schon an und vor sich selbst seyn würde. Die Wirkung kann nie größer seyn als ihre Ursache. Wenn zwo Menschen das leisten was zwanzig; so brauchen jene dagegen auch 10mahl mehr Zeit als diese, ehe sie mit dem Werke fertig werden. Haben nun 16 Rammknechte in vier Wochen 15 Pfähle eingeschlagen; so hätten 4 in besagter Zeit, in eben dem harten Boden, nur 4 Stück höchstens einbringen sollen, was man auch für eine Maschine ansetzen wollen. Aber der Ausgang lehrete ganz etwas anders; diese viere vollendeten innerhalb vier Wochen eben so viel Pfähle als jene sechzehen, und man ersparete noch darzu 67 Thaler Arbeitslohn, wie solches aus der unten angeführten Beschreibung erhel-

*) Es ist diese Ramme befindlich in des Herrn General-Superintendenten kurz gefaßten Beschreibung verschiedener Maschinen, so von demselben zum Nutzen der Oekonomie errichtet worden.

erhellet, und wenn mein Zeugniß nöthig wäre, als Augenzeuge ich solches versichern kann. Dieses Räthsel löset sich folgender Gestalt auf. Wenn Maschinen durch gar zu viel Menschen oder Thiere in Bewegung gesetzet werden; so leisten sie niemals, was sie der Rechnung nach leisten sollten. Einer verlässet sich immer auf den andern, darüber gehen ungemein viel Kräfte und Zeit verlohren. Hätten diese sechzehen Faulenzer eben den Fleiß und Arbeitsamkeit angewendet, als jene vier treuen Leute; so hätten sie in vier Wochen nicht 15, sondern 34 Pfähle einschlagen müssen. Diese Haspelramme aber erlaubte nicht zu faulenzen, man konnte den sehen, der nicht seine Kräfte anstrengte, also war ihr Nutzen so ungemein groß, daß diese viere nicht nur 15, sondern so gar 20 Pfähle einschlagen konnten. Es ist noch ein Umstand bey dieser Klosterbergischen Maschine merkwürdig. Bey einem glücklichen Einrammen beruhet vieles auf der Stärke eines jedesmaligen Stoßes. Die Summe von hundert Schmiedehammerschlägen enthält ganz gewiß mehr Kraft, als ein Rammstoß von einem 10 Zentner schweren Bäre, gleichwohl werden jene gar nichts zu Einstoßung des Pfahls beytragen können, weil der Widerstand des Pfahls größer ist, als ein solcher Schlag. Wenn ich nun §. 305 behauptet habe, daß eine gemeine Ramme eben die Wirkung schaffe, als eine künstlichere, so ist solches nur unter folgenden Bedingungen zu verstehen: Wenn einmal der Bär mit Hub und Schwere den Widerstand des Pfahls hinlänglich überwinden kann; zweitens, wenn starke und treue Rammknechte arbeiten; drittens, wenn eine noch treuere Aufsicht vorhanden ist. Wie selten mag wohl die-

ses beysammen seyn? Die von dem Herrn General-Superintendenten Zähn verbesserte Haspelramme bleibt also zu Privatwasserbauen ein sehr anzupreisendes Rüstzeug.

§. 308. Den Vortheil durch Schwächung des Bäres heraus zu suchen, ist um deswillen nicht rathsam, weil ein leichterer Bär desto höher gehoben werden muß, wenn er eben die Stärke haben soll als ein schwerer. Und wem ist unbekannt, daß die Schwere des Bärs sich nach der Stärke der Pfähle und dem Widerstande des Grundes richten müsse, welcher letztere sehr verschieden zu seyn pfleget?

§. 309. Es ist die Roßramme noch übrig. Was bisher angeführet worden, schicket sich nur zu Rammen, die mit Menschenhänden beweget werden. Roßrammen, wenn sie nicht eine gar zu große Bettung erforderten und aller Orten angestellet werden könnten, verdienten billig den Vorzug für allen, sie verursachen nicht nur wenigere Arbeitskosten, sondern fördern auch mehr Arbeit. Man hat sich derselben mit Nutzen bey der Magdeburgischen Schleuse bedienet. Ihr Gebäude war folgender Gestalt eingerichtet: Zwey Pferde zogen einen Göpel, an dessen Tummelwelle ein Kammrad befestiget war. Dieses Rad bewegte einen Trilling mit einer Horizontalwelle. Auf diese Welle war eine bewegliche Walze aufgestecket, die mit einem Haken festgehalten wurde. Diese Walze umschlang das Seil, so über eine oben am Gerüste eingebrachte Rolle lief und den Bär zog. War der Bär hoch genug, oft auf zwölf Fuß erhoben worden, so wurde der Hake abgestoßen, augenblicklich stürzte der Bär herab, die bewegliche Walze lief herum, da-

mit

mit sich das Seil abwinden konnte, und der Bär schlug oft bey jedem Stoße den Pfahl 6 Zoll in den Grund. Der Hake wurde nach verrichtetem Schlage wieder in die Walze gestoßen, alsdann nahm sie die Welle wieder mit sich herum, der Bär war wieder in die Höhe gezogen, bis ein neuer Schlag erfolgen konnte. Man hatte anfangs gegossene eiserne Bäre vorgerichtet, weil diese aber die Pfahlköpfe zu sehr zerschmetterten; so verwandelte man sie gar bald in hölzerne. Ein mehreres hiervon anzuführen würde überflüssig seyn.

Das fünfte Kapitel.

Von der Anhägerung.

§. 310.

Hohe Fluthen verwüsten nicht nur Aecker, Wiesen und Gärten; sondern sie bringen auch selbst den Lauf der Ströme in Unordnung, zumal wenn sie langsam fallen. Der abziehende Feind ist oft viel gefährlicher als der kommende. Erst stürmet dieses furchtbare Element wider Ufer und Deiche, reißet alles was sich widersetzet, mit sich fort, bricht nun ein Deich durch, so verlieret augenblicklich das Wasser in der Strombahn seine Geschwindigkeit, weil es seitwärts abziehen kann, dann fällt aller kommende Sand daselbst auf dem Grunde nieder, und das Strombett erhöhet sich mit weit ausgebreiteten Sandhägern. Ein gleiches erfolget,

wenn die Fluth langsam fället. Diese Sandbänke erzeugen neue in das Ufer hinein wühlende Stromstriche, der Strom wird seichter und breiter. Die Schifffahrt verliere durch diese Begebenheiten nicht nur ihr nöthiges Fahrwasser, sondern was kann anders daraus erfolgen, als immerwährende Ueberschwemmungen, denen durch nichts als durch Ausräumung des Strombettes abzuhelfen ist?

§. 311. Unter den Barbaren und herumschweifenden Horden ist niemand, der den Strombau verstehet, niemand der nur einmal gesonnen wäre, sich um dergleichen Vornehmen verdient zu machen. Kein Wunder, wenn ihre Wüsteneyen sich zuletzt in Chaotische Sümpfe und Moräste verwandeln. Die Alten glaubten, jenseits Thule verliere sich die Erde in ein ungeformtes Wesen, wovon man nicht wissen könne, ob es Erde oder Luft, oder Wasser zu nennen sey, indem es dieses alles zugleich wäre. Da wüteten alle Elemente durch einander weg, ohne Gesetze, ohne Ordnung. Ein vernachläßigter Strombau kann ein solches Thule gar bald erschaffen. Soll aber dieses nicht erfolgen; so ist nichts so nöthig, als die Strombahn durch Anhägerungen wieder herzustellen, und dadurch den Strom zu nöthigen sich selbst zu vertiefen.

§. 312. Wenn auch der Nutzen, seine Wiesen vermehret zu haben, der einzige Bewegungsgrund wäre Eroberungen an den Ufern zu machen, würde dieser Bewegungsgrund nicht stark genug seyn, einige tausend Thaler wenig zu achten, da die Zinsen des dem Strome anvertrauten Kapitals so reichlich, so richtig abgetragen werden. Dennoch ist ein stärkerer Bewegungsgrund vorhanden, den uns der Schaden fühlbar machet, der daraus entsprin-

springet, wenn diese Bemühungen aus Nachläßigkeit oder Sparsucht verabsäumet worden. Ein feindseliger Strom will beraubet seyn, und wenn man ihn nicht zwinget ansehnliche Landstriche an uns abzutreten; so gehet er seinem Nachbar und Besitzer ins Gehege und plündert ihn. Es leidet aber auch die Schifffahrt durch diese Sorglosigkeit außerordentlich. Ein einziger zu gewissen Zeiten nicht fahrbarer Ort kann die Schifffahrt auf dem ganzen Strome, wenn sie gleich in allen übrigen Gegenden noch so tiefe Fahrten antrifft, wie mit einem Schlagbaume sperren. Anhägerungen sind daher nicht nur Mittel dem Strome überflüßiges Gebiethe abzugewinnen, sondern auch selbigen zu vertiefen und fahrbar zu erhalten, sie sind daher auch nützlich, sind nöthig, ja höchstnothwendig.

§. 313. Die Anstalten zu diesen Eroberungen gehören zur letzten Sorge, wenn wir zuvor uns mit der Grundregel bekannt gemacht haben, nach welcher wir bey diesem Vorhaben uns richten müssen. In praktischen Wissenschaften hat man viel gewonnen, wenn zu einer jeden Arbeit ein allgemeiner Hauptsatz ausfündig gemacht worden, von welchem man weder zur rechten noch zur linken abweichen darf. Die nützliche und zugleich unschädliche Anhägerung hat sich nach folgender Grundregel zu richten: **Alles was nicht zur Strombahn gehöret, hägert an: aber so, daß die Strombahn einen möglichst geraden Lauf erlange.**

§. 314 Die Strombahn selbst muß unangetastet bleiben, die Normalbreite ist das Maaß, welches entscheidet, wie weit man in den Kanal hinein-

rücken dürfe. Wenn nun die Mittellinie, so gerade, als es die Lage des Flusses leiden will, gezeichnet und nach der Normalbreite die Gränzlinien gezogen worden; so kann alles übrige Stromfeld, was außerhalb den Gränzen lieget, angehägert werden, es sey übrigens daselbst Insel oder Häger, oder gar nichts von Anwuchs vorhanden. Besonders verpflichten uns die einwärts gekrümmten Ufer zu dieser Vorsorge. Hingegen hervorspringende Ufer zu behägern, hieße den Strom zum serpentiren zwingen, nicht zu gedenken, daß daselbst dieses Unternehmen lange nicht die erforderlichen Unkosten vergüten würde. Dieses war die Erklärung der Regel: es folget der Beweis.

§. 315. Wir haben hier drey Sätze zu erweisen. Alles was nicht zur Strombahn gehöret, muß in Ufer verwandelt werden. Dieses ist der erste Lehrsatz, der folgende Gründe zur Seiten führet: Wozu soll denn die übrige Wasserfläche? Trägt sie wohl zur Verhütung der Ueberschwemmung nur das geringste bey? Durchaus nichts! denn das fortfließende Wasser richtet sich nur nach dem Profile der Stromengen, alles übrige ist todt und vertritt die Stelle des nicht vorhandenen Ufers. Wollte man gleich vorgeben, daß sich viel Wasser in diesem Zwischenraume aufhalte. O wie bald sind diese Felder gefüllet! Wenn nun noch darzu durch die übermäßige Breite die gehörige Tiefe verloren gehet; so verlieret der Strom sein Leben und stauet desto mehr zurücke. Hält man hingegen den Strom in seine Gränzen eingeschlossen; so verlieren sich Inseln und Sandhäger, man gewinnet Land und die Schifffahrt behält ihre Fahrwasser.

§ 316.

§. 316. Der zweite Satz: **Hütet euch die Strombahn zu schmälern.** Denn schmälert ihr die Strombahn; so schwillet der Strom leicht auf, und wird gereizet ohne Unterlaß über die Ufer zu treten. Ueberdem so wirft er dergleichen Einbaue bald über den Haufen, und stürmet das wenig eroberte Land wieder weg. Ist es wohl rathsam vergebliche Arbeit zu verrichten? Diese Arbeit aber ist auch schädlich. Denn so bald die nächsten Stromengen ihre Herrschaft verlieren; so geräth der Hauptstrom nicht nur daselbst in Unordnung, sondern es werden auch die oberwärts eintretenden Nebenflüsse aufgeschwellet. Ueberhaupt macht man durch dieses Beginnen sich und andern den größten Schaden. Nur ein schadenfrohes Gemüthe kann sich zu dieser Kühnheit verstehen.

§. 317. Der dritte Satz. **Hägert so an, daß die Bahn so viel als möglich einen geraden Lauf bekomme.** Was Serpentinen für Unheil anrichten, sollte ich meiner Meinung nach, wohl umständlich genug bisher angezeiget haben. Hägert man nun alles so an, daß ein hervorspringendes Ufer daraus erwächset; so treibet man den Strom durch diese Unbesonnenheit in das gegenüber liegende Land, und befördert seine Ausschweifung. Hägert man aber am eingebogenen Ufer; so wird der Strom geradeläuffiger, er erlanget einen geschwindern Lauf, und man verhütet eben dadurch häufige Ueberschwemmungen. Mehr Beweise von der Richtigkeit der festgesetzten Regel sind vermuthlich unnöthig.

§. 318. Nachdem die unverletzlichen Gränzen festgestellet worden, welche eine oft übertriebene Anhägerungssucht, ich wollte sagen der Geiz, nicht

überschreiten darf, auch die kalte Trägheit durch Erinnerung an ihren eigenen Schaden genugsam angespornet worden, diesen in so vieler Absicht nöthigen und nützlichen Versuch nicht zu unterlassen; so erfordert die Sache selbst, auf Mittel zu denken diese Bemühung glücklich zu vollenden. Eine genaue Stromcharte vor sich zu sehen, die bestmöglichste Lenkung der Hauptbahn abzumessen und einzuzeichnen, und daraus zu beurtheilen, wo diese Arbeit vorzunehmen sey, und wie weit sich der Umfang des neuen Zuwachses vom Lande erstrecken dürfe, ist das erste Geschäft, und gehöret zur Berathschlagung über dieses Vorhaben.

§. 319. Wir wissen nun was anzuhägern sey; aber wie und wodurch? dieses ist die zweite Frage, auf welche sich das Nachdenken des Architekten einzulassen hat. Es sind nur vier Punkte möglich, auf welche er sein Augenmerk zu richten hat. Entweder, es ist in der Gegend, wo die Anhägerung vorgenommen werden soll, noch gar kein Ansatz von Erdreich vorhanden; oder es hat sich bereits eine Insel eingefunden, es fließet aber zwischen derselben und dem Ufer noch starker Strom: oder das vorgefundene Sandfeld raget nicht hoch genug über dem Wasser hervor, es soll also in der Höhe sich anhäufen: oder die Insel, Sandhäger sind zu groß, der Strohm ist mit seiner Waare zu freygebig gewesen, die Anhägerung eines so weitläuftigen Feldes würde gegenüber den unverwindlichsten Schaden nach sich ziehen. Man siehet zum voraus, daß diese besondern Fälle sich vereinigen und eine große Anzahl vereinigter Umstände erschaffen können. Weiß man aber, wie ein jeder einzelner Fall zu behandeln sey; so weiß man auch, wie man sich bey

Ver-

Verwicklung mehrerer Umstände zu verhalten habe.

§. 320. Die Klugheit hat etwa den Rath gegeben: Gut wäre es, wenn von dem weit ausgebreiteten Strome ein Theil angehägert, und also die bis zur Ausschweifung erweiterte Wasserfläche in eine gehörige begränzte Strombahn eingeschränket würde, es möchte auch die Bahn gerader gelenket werden können, wenn man in der Bucht B eine Anhägerung veranstaltete. Zum Unglücke aber hat sich ein Stromstrich C eingefunden, der alles, was vom Sande sich daselbst ansäßig machen will, wieder aufstehen und fortgehen heißet. Was für Mittel könnte man anwenden, dennoch seine Absichten zu bewerkstelligen? Es ist dieses eben derselbe Fall, der schon im dritten Kapitel abgehandelt und daselbst umständlich gezeiget worden, wie man durch Fangbuhnen den Ufern und Deichen Vorland verschaffen könne. Ich werde also weiter nichts hinzuzusetzen haben, als dieses einzige, daß man eine starke und ziemlich lange Treibbuhne in A voran legen müsse, den Stromstrich weit genug von dem zur Anhägerung bestimmten Felde abzuhalten, welches ohne allen Schaden geschehen wird, indem bey allen Anhägerungen zum voraus gesetzet werden muß, daß die Breite des Stroms zu groß sey. Tab. XIII. Fig. 90.

§. 321. Der zweite Fall betrifft die Anschliessung einer schon vorhandenen Insel an das feste Ufer, welcher einerley ist mit der oben abgehandelten Aufgabe einen Stromarm zu verstopfen und zu füllen. Nichts ist leichter bey diesem Vorhaben, als durch den ersten Anblick sich blenden zu lassen und einen vergeblichen Versuch zu machen, durch Vorziehung eines Dammes von Packwerken den Einfluß des

Gewässers in den aufzuschlickenden Zwischenkanal zu verdämmen. Aber nichts ist auch gewisser, als daß der Erfolg das Gegentheil ausweisen werde. Ist es möglich, daß ein Kanal sich zulegen wird, in welchen um des Dammes willen kein Sand hinein paßiren kann? Man will eine Kolonie anlegen und besetzet die Gränze mit Wachen, welche die Ankömmlinge zurückweisen. Bey hohen Fluthen stürzet das Wasser rauschend in den verschlossenen Kanal hinein, reißet alles, was sich angesetzet hat, mit sich fort und man will, daß daselbst Land entstehen soll, wo der Strom so gar das schon vorhandene wegführen würde? Weit gefehlet! werfet den Damm bey dem Ausflusse dem Wasser vor, so gehet zwar Sand hinein, aber er gehet nicht wieder heraus, der Arm setzet sich zu, und je mehr das Packwerk nach und nach erhöhet wird, desto mehr verwandelt sich Insel, Kanal und Ufer in eine mit dem Ufer gleichhohe Fläche.

1te Anmerk. Sollte etwa der zu verlandende Afterarm, nachdem er sich bey dem Ausflusse dem Ufer gleich gefüllet hat, in der Mitte, oder sonst wo näher bey dem Einflusse Schwierigkeiten machen sich mit Erdreich ausfüllen zu lassen; so ist vielleicht seine Länge oder das Gefäll selbst daran Schuld. In solchem Falle wird da, wo die Versandung aufhöret, ein neuer Fangdamm vorgeleget, bis endlich der ganze Kanal vollgestopfet worden. Der Besorgniß bey vorkommenden Eisstopfungen, da die Ströme gern ihre alte Herberge wieder aufzusuchen pflegen, die gemachte Eroberung wieder zu verlieren, kann dadurch begegnet werden, daß bey dem Einflusse eine Schutzbuhne vorgerichtet wird. Oft aber ist eine dich-

te

te Bepflanzung des Vorufers mit Weidenreisern mächtig genug diesen Verlust abzuwenden.

2te Anmerk. Man hat hin und wieder Gebräuche ausgedacht, um den Eigenthümer der Anhägerung mit einer gewissen Feyerlichkeit in Besitz seiner neueroberten Provinz zu setzen. Bald muß bey mäßigem Wasser ein mit einer gewissen Anzahl Menschen beladener Kahn in dem sich zu setzenden Kanale zuvor stranden können, bald muß zuvor ein vierspänniger Wagen vom Ufer zur Insel glücklich hinübergefahren seyn, bald hat man eine andere Bedingung festgesetzet. Der vorige Paragraph enthält das Mittel, zu machen, daß der Kahn bald strande und das Heufuder bald über den Kanal wegfahren könne, wenn anders vorher die Anhägerung der Insel für gut befunden worden.

§. 322. Andre Maaßregeln werden zu ergreifen seyn, wenn der Sandhäger D schon sich angesetzet hat, wüchse aber zu langsam aus dem Wasser hervor, was sich in diesem Jahre aufgeleget hat, triebe der Eisgang im folgenden wieder weg. Nun ist an eine endliche Begrünung und völlige Aufschlickung bey solchen Umständen gar nicht zu gedenken, es soll aber der Häger aufschlicken, er soll begrünen; was für eine Angabe wird uns unsers Wunsches theilhaftig machen? Den Grund zu dieser Arbeit kann man nicht anders legen als durch Fangzäune a b c d, welches Reihen Zäune sind, von lauter über einander gelegten und mit Handpfählen aufgehefteten Würsten zusammengesetzet, die etwa eine Elle über der Fläche hervorragen, um den fortrollenden Sand aufzuhalten. Die Tab. XIII. Fig. 70. bildet die Ordnung ab, und den Zug, Tab. XIII. Fig. 70.

dem

dem diese Zäune folgen müssen. Ein reißender Strom will enge Reihen haben, und ein langsamer ist mit weitläuftigern zufrieden, um den Sand ruhig niedersinken zu lassen. Glückt der erste Versuch, so glückt auch der zweite, bis der werdende Sandhäger so hoch sich angehäufet hat, daß er wenigstens den Sommer hindurch vom Wasser entblößt steht. Alsdenn erst ist der Zeitpunkt erschienen, wo man ihn mit Weidenreisern bepflanzet, welche in eben der Ordnung einzustecken sind, in welcher die Schlickzäune angelegt worden. Endlich verwandelt sich die Sandbank in fruchtbares Land, der von dem Lande her in den Strom hineingewehete Heusaamen hängt sich in den Reisern an, bewurzelt und begräset sich. Diese Arbeit hängt folgender Gestalt zusammen. Die nicht zu hoch angelegten Schlickzäune haben nicht viel von der Fluth auszustehen, weil sie sich demselben mit keiner gar zu breiten Fläche widersetzen, sie hemmen seine Bewegung auf der Oberfläche des Hägers, der Sand setzet sich allmälig im matten Wasser nieder, und die zuletzt angepflanzten geschlanken Reiser beugen sich unter den Schollen, hemmen ihren alles vertilgenden Schuß, ohne weggerissen zu werden. Sollte ein Unfall hier oder dort Kölke, oder andere Vertiefungen und Abbrüche veranlassen; so weis man, daß durch vorgelegte Packwerke alles zu zwingen ist, deren man sich vorsichtig zu bedienen hat. Ueberhaupt hat man zu merken, daß sich in diesen Bemühungen wenig mit großen und weitläuftigen Werken, vieles aber mit kleinen Gegenanstalten nach und nach ausrichten lasse.

§. 323. Das anzuhägernde Feld ist nicht allemal so beschaffen, wie man wünschte, daß es seyn möch-

möchte, bald ist es zu schmal, bald zu breit, bald zu kurz, bald zu lang, bald schicket es sich der Lage nach nicht recht zu der neu entworfenen Strombahn. Die Hauptabsicht der Anhägerung ist mehr eine gerade, reine und tiefe Bahn den Flüssen anzuweisen, um theils Unglück und Wasserschaden zu verhüten, theils die Schiffahrt zu befördern, als Wiesen und Holzplantagen anzulegen. Folglich wird hier der Gewinn dem zu befürchtenden Schaden nachstehen müssen. Es entstehet aber aus dieser Folge von neuem, daß der Wasserbauverständige sich lediglich nach der auf der Charte mit Ueberlegung entworfenen neuen Strombahn richten müsse, ohne auf irgend etwas anders Rücksicht zu nehmen. Sollte nun die Sandbank zu breit oder zu lang seyn, so müssen sich die Anhägerungsanstalten niemals über die Stromgränzen erstrecken, alles übrige muß preiß gegeben werden, würde eine Buhne an der übermäßigen Breite Schuld haben, so nehmet sie so weit ab, daß sie den Körper der Sandbank weniger decke, so wird eben auch mit hervorragenden Uferspitzen zu verfahren seyn. Man hat in der ganzen Wasserbaukunst überhaupt die Regel zu beobachten, daß man zuvor alle Hindernisse des Vorhabens aus dem Wege zu räumen bedacht seyn müsse, ehe man an thätige Mittel denken kann. Gesetzt diese Wegräumung der Uferzungen wäre wegen ihrer Größe zu kostbar, so wird §. 237. nachweisen, wie durch Treibbuhnen diese Absicht zu erreichen stehe. Eben dieses Kapitel vom Buhnenbaue wird Hilfsmittel genug in Vorschlag bringen, die Sandbank zu verlängern und zu erweitern, je nachdem solches der Lage des Ortes am zuträglichsten ist.

§. 324.

Tab. XIII. Fig. 70.

§. 324. Was bisher von der Anhägerung abgehandelt worden, wird sich durch ein Beyspiel erklären lassen. Ein Strom hatte sich bey einem heftigen und anhaltenden Winter mit dickem Eise belegt. Ein schnell einfallendes und mit warmen Regengüssen vergesellschaftetes Thauwetter kündigte dem Eise einen schleunigen Aufbruch an, es gerieth auch mit sehr großen Schollen in Gang. Kaum waren diese Eisfelder einige hundert Ruthen fortgerücket, so drängten sie sich in einer, damals in der Gegend, wo D hingezeichnet worden, vorhandenen Stromenge zusammen, stopften sich wieder, ganze Eisberge kamen von obenherab nach, der Strom schwoll über die Ufer heran, und ward genöthiget einen Nebengang zu erwählen. Das sandige Ufer war nicht vermögend diese verdoppelte Macht des Stroms auszuhalten, es wurde weggespület, und nach verrauschter Fluth hatte der Strom sich bis ABE ausgebreitet. Unmöglich konnte ein Strom, der 60 Ruthen zur Normalbreite besaß, einen Kanal, der an einigen Orten sich bis auf 120 Ruthen erweitert hatte, in gehöriger Tiefe erhalten. Es währete nicht lang; so ließ sich in D eine weit ausgebreitete Sandbank nieder. Allmählig verlohr sich im Hauptstrome D die Fahrtiefe, ein Stromstrich C, so vom Gegenufer herübergewiesen wurde, bemächtigte sich des Kanals ABE, und die Schiffe folgten bey niedrigem Wasserstande dem Striche. Man kann leicht muthmassen, daß das diesseitige Ufer in B von dem Striche sehr mitgenommen worden, in kurzem war der Afterarm vier Fuß tiefer als der Hauptstrom. Die Sandbank D verbreitete sich von Jahr zu Jahr ohne in der Höhe zuzunehmen. Die hohe Fluth

und die jährlichen Eisfahrten schurften oft in wenig Wochen dasjenige wieder ab, was sich das ganze Jahr hindurch angesetzt hatte, zumal wenn der Wind den Eisgang auf die Seite des Schartufers hinwarf. Endlich entschloß man sich diese schädliche Sandbank anzuhägern. Ehe dieses Vorhaben bewerkstelliget werden konnte, war vor allen Dingen nöthig den Stromstrich C durch die Buhne A abzuweisen, theils um das Fahrwasser in D zu vertiefen, theils den Afterarm zur Aufschlickung vorzubereiten. Der Stromstrich gehorchte der Buhne A, und ließ es sich gefallen, den Hauptstrom wieder aufzusuchen. Nichts desto weniger blieb die Bank D in ihrem alten Zustande. Hierauf wurde die Bank in E durch ein Packwerk ans Ufer geschlossen, das Wasser des Afterarms verlohr seine Geschwindigkeit, und zugleich seine Tiefe, indem er sich nach und nach in etwas ausfüllte, nur die Sandbank blieb unveränderlich ein Grundhäger, der nie ganz von Wasser entblößt wurde. Hierauf wurden in abcd Flechtzäune eingeschlagen, welche aber sich nicht weiter dem Gegenufer näherten, als es die mit der Normalbreite gezogene Linie FG verstattete. Im folgenden Jahre hatten diese Zäune so viel Sand geschöpfet, daß der Häger schon über das niedrigste Gewässer hervorragete. Würden diese Zäune eine entgegengesetzte Lage bekommen haben; so hätten sie unfehlbar die Stelle der Schöpfbuhnen vertreten, und den Strom in den Afterarm hingelenket. Da sie aber allmählig seitwärts von der Strombahn abwichen; so erlaubten sie demselben seinen Sand hinterwärts anzulegen, und sie waren wie niedrige Fangbuhnen zu betrachten. Innerhalb drey Jahren war die Sand-

bank schon so weit herauf gewachsen, daß man sie mit Weidenreisern hinter den Flechtzäunen bepflanzen konnte. Diese schlugen aus, man band sie wieder; sie schlugen wieder aus, der Häger wuchs herauf, belegte sich mit Schlick, endlich auch mit Gras, und verwandelte sich in einen sehr fruchtbaren Grashäger. Der Strom foderte indessen dem Häger seine verlorne Normalbreite wieder ab, und war mit seiner Bahn zufrieden. So sehr auch der Besitzer dieser Insel, welche beynahe einige Strecken Landes betrug, beneidet wurde, so wenig konnte er doch mit dieser Eroberung zufrieden seyn. Das Vieh mußte mit einem Prahmen über den noch immer offenen Afterarm geschicket werden, wenn es auf der Insel seine Weide finden sollte. Zum Glück versank nach und nach die Buhne A, und da nunmehr das Wasser mit allem Sande in den unterwärts bey E verbauten Arm sich ergoß; so ward derselbe in folgenden Jahren völlig ausgefüllet, die Insel vereinigte sich mit dem Ufer, und der Wunsch war erfüllet, ohne dem Nachbar gegenüber Abbruch zuzuziehen. Ueberdem floß der Strom in einer geraden Bahn schneller als vorher, und seit der Zeit hat sich keine Stopfung der Eisfahrt in dieser Gegend ereignet. Freylich gieng es mit der Ausführung dieses Planes anfangs etwas langweilig her, indessen gelangte man zum Zwecke ohne vielen Aufwand gemacht zu haben, und der Eigenthümer bekam für einige hundert Thaler sein verlornes Land wieder.

§. 325. Hier besuchet auch die Rechtsgelehrsamkeit den Wasserbau, und kündiget den Strombesitzern gewisse Gesetze an, wornach sie sich in Ansehung der Besitznehmung einer vorgegangenen An-

hägerung zu richten haben. Diese Gesetze sind älter als die Theorie des Wasserbaues, und daher kann es nicht fehlen, sie werden bey manchen Gelegenheiten den Einsichten der Künstler widersprechen. Was soll der Richter thun, ist er verpflichtet nach den Gesetzen oder nach den Gründen, die ihm die Wissenschaft vorleget, im Falle des Widerspruchs, zu verfahren? Die Gesetze sind älter, aber die Natur ist noch älter, als die Rechte, und sie erwartet von den Richterstühlen keine Befehle, sie handelt nach den unauflöslichen Bewegungsgesetzen der Physik und Mathematik fort. Widersprechen die bürgerlichen Verordnungen; so würde man bey deren Befolgung ein Recht haben Schaden zu thun. Gesetze aber sind gegeben worden Schaden zu verhüten, also würde der Ausspruch wider die Absicht der Gesetze gethan werden, wenn man nicht den Rechten der Physik und Mathematik den Vorzug vor allen übrigen noch so weislich, und in andern Fällen noch so heilsamen Gesetzen der Politik einräumen, und von letztern die Ausnahme machen wollte.

§. 326. Prozesse von dieser Art sind sehr weitläuftig und verworren, wenn sie nach geschehener Sache angestellet werden. Es ist noch ein Weg übrig diesen Händeln vorzubeugen, nämlich der, wenn man, ehe die Anhägerung vorgenommen wird, vorher die Strom- und Uferordnungen fraget, ob sie geschehen dürfe, oder wohl gar geschehen müsse. Und wer nicht darnach fraget, dem muß es obrigkeitlich angekündiget werden, was er zu thun habe. Denn ein wohl gebauter Strom ist eine vor das Land viel zu interessante Sache, als daß man sie der Willkühr einzelner Personen, oder

wohl gar der Bothmäßigkeit seltsamer Gewohnheiten und von alten Zeiten hergebrachter Sitten überlassen könnte.

§. 327. Mit dem Seebaue hat es in diesem Stücke eine andere Bewandniß. Man hägert längst dem Meerufer genug an, aber der Zuwachs entstehet aus andern Quellen und richtet sich nach andern Grundregeln.

§. 328. Wenn die großen Hauptflüsse uns lange genug beraubet haben; ermüden sie endlich unter der Last ihrer Beute und so bald sie sich ins Meer gegossen und zur Ruhe gelanget sind, lassen sie Schlick und Sand fallen. Denn todtes Wasser entlediget sich von dem was es mit sich fortgerissen hat. Wie weit ist Egypten aus seiner vorigen Küste hervorgequollen. August schwam von Damiate zur Flotte, jetzt liegt diese Seestadt weit genug vom Ufer ab. Die Sandbänke vor den Mündungen, die versandeten Meerbuhnen, die Dünen längst den Ufern sind Zeugen, wie wir Oberländer von unsern Flüssen mitgenommen worden. Wir verlangen unser Land nicht wieder, aber werden wir uns besser auf den Strombau legen und unsere Flüsse gehörig einschränken, so werden die Anhägerungsanstalten an der See endlich aufhören müssen. Indessen wird man noch Jahrhunderte hindurch an der See getrost Schlickfänger anzulegen Zeit haben.

§. 329. Wenn nun die Ströme ihren Vorrath dem Meere abgeliefert haben, dann bleibt er noch lange ein Spiel der Wellen. Bald jagen ihn die Stürme dem Gestade zu, bald treiben sie ihn wieder in die Tiefe des Meers zurück. Endlich bemächtigen sich desselben die am Ufer unordentlich

herum-

he umkreuzenden Seeströme und schwemmen ihn bald hier hin bald dorthin. Niemand hat sich über diese Materie weitläuftiger ausgebreitet und um dieselbe verdienter gemacht, als Herr Justizrath Hunrichs, in der schon angezogenen praktischen Anleitung zum Deich = Siel = und Schlangenbau, wo nicht nur von der Beschaffenheit dieses ich möchte fast sagen flüchtigen Ufers, sondern auch von den Mitteln dasselbe aufzufangen nach allen nur möglichen Umständen gehandelt wird.

§. 330. Man machet am Seestrande einen Unterschied zwischen der Anhägerung und Auffschlickung des Landes. Die Anhägerung bestehet in Vermehrung und Erweiterung des Ufers, welche nur in solchen Gegenden möglich, wo die Seeströme und Wellen mit Treibsande, der entweder von den Flüssen in die See gespieen, oder von benachborten auf den Wind stehenden Ufern abgerißen wird. Hingegen die Auffschlickung setzet das Daseyn des Ufers voraus, und man veranstaltet nur solche Gelegenheiten, bey welchem das Wasser den Schlamm, welchen es mit sich führet, wieder niederleget, und dadurch den Boden erhöhet. Oder mit einem Worte; man überziehet den Grundboden mit einer fruchtbaren Oberfläche.

§. 331. Stillstehendes Wasser läßet Sand und was sich vom Schlamme aufgelöset hat zu Boden sinken, und hierinnen kommen See- und Strombau völlig mit einander überein. Wenn man aber sagen soll, woher die Bewegung und die Beunruhigung dieser flüßig gewordenen Materien rühre; so entdecket sich in beyden ein gar merklicher Unterschied. Die herrschende Kraft der Ströme ist der aus einem immerwährenden Gefäll entspringende

Abfluß, das Steigen und Fallen bringet nur begleitende Kräfte hervor. Auf dem Meere aber herrschet der Wind, der durch Erregung der Wellen alles in Bewegung setzet, Ebbe und Fluth sind nur Nebendinge, die zwar niemals aus der Acht zu lassen, aber doch lange so viel Vortheil, auch nicht so viel Schaden thun, als der Sturm. Es hat der Seebaumeister auch mit Strömen zu thun, diese aber sind, längst den Ufern wenigstens, weder so reißend noch so anhaltend und einförmig als die Landströme.

§. 332. Der allerheftigste Sturmwind in den Gegenden des nordischen Oceans ist der Südwestwind, welcher mit großer Stärke das Meer durch den Kanal zwischen Engeland und Frankreich, wie auch oberhalb Schottland, gegen die westlichen Ufer dergestalt aufthürmet, daß oft zwischen Ebbe und Fluth wenig Unterschied ist. Dieser Wind verwandelt sich insgemein nach und nach in den eben so wütenden Nordwest, und leget sich endlich, wann er ganz nördlich geworden. So wie der Wind streichet, so laufen auch die Wellen, und wie die Wellen, so der Sand. Ich führe dieses deswegen an, damit man sich einigermaßen von der Bewegung des Sandes längst den Ufern einen Begriff machen könne. Hieraus folget nun, daß alle Ufer und alle Einbaue, welche so gelegen, daß das von diesem Sturmwinde in Wallung gebrachte Wasser hinter denselben Schutz findet, anlanden müssen.

§. 333. Die Wellen spühlen zwar den Sand gegen das Ufer an, aber sie führen ihn auch wieder zurück, wenn sie ihre Brandung verrichtet haben. Hiermit gehet es folgendermaßen zu: Wenn die erste Wellenreihe den Strand erreichet hat und

gesun-

gesunken ist, alsdann sollte sie wieder zurücke fliessen, da kommt aber die zweite Reihe ihr entgegen und hält das zurückfließende Wasser auf, dieser begegnet die dritte, auch wohl die vierte. Endlich ist das Vorwasser so hoch aufgeschwollen, daß es das Uebergewicht über die nächst folgende Wellenreihe bekommt, dann stürzt es mit Macht in die See zurück, und reißet oft mehr Sand wieder mit sich fort, als die vorigen Wellen angespühlet haben. Der Wellenschlag ist also mit in Betrachtung zu ziehen, wenn man Vorland verschaffen will.

§. 334. Alle Buchten, die gegen den Hauptsturmwind stehen, werden mit Sand ausgestoptet, denn sie halten die Bewegung auf, und wenn kein Strom vorhanden, der den Sand wieder herausstürzet; so bleiben sie auch ausgefüllet. Folglich muß man gegen diesen Wind keine Häfen so anlegen, daß er in dieselbe hineinstreichen kann.

§. 335. Wenn nun der Sand sich nach dem Windstriche fortschiebet; so kann man daraus abnehmen, wie man die Einbaue einzurichten habe, daß sie denselben auffangen, nämlich sie müssen gegen denselben einen solchen Winkel machen, daß sie ihn auffangen. Gerade so wie man auf Strömen Schöpfbuhnen anleget, den Strom aufzufangen und seine Geschwindigkeit zu vermehren, damit er einen Kanal ausräume und vertiefe; so leget man an der Seeküste eintretende Werke an, den Sand aufzuhalten, daß er nicht weiter fortgerollet werde, sondern sich von Grund aus aufthürme. Hierinnen ist der Seeebau gerade ein umgekehrter Strombau und man siehet, wie es zugehe, daß Seebaumeister oft bey Anlegung der Strombaue sehr unglücklich verfahren, und wieder umgekehrt, schicken

sich diejenigen, die bey Strömen angezogen worden, nicht zum Seebau.

§. 336. Diese Seebuhnen, welche insgemein aus Verpfählungen bestehen, die mit Faschinen ausgefüllet und oberwärts mit Steinküsten beschweret worden, haben bald die Gestalt senkrecht auf dem Ufer stehender Packwerke, bald sehen sie aus wie Haken, bald giebt man ihnen noch Seitenwerke zu Hilfe, je nachdem die Lage des Ufers gegen den Hauptwind beschaffen und der Sand fortwallet. Und kurz alles, was die Bewegung des Wassers hemmet, schöpfet Sand, wenn anders fortwandernder Sand vorhanden ist.

§. 337. Es ist fast unglaublich, was die Stürme für Sandberge zusammentreiben können. Der heilige Damm an den Mecklenburgischen Küsten ist ein Auswurf der See, und bestehet aus Steinen wie die Wallnüsse. Zwar ist in Erwägung zu ziehen, daß Seewasser schwerer ist als süßes Flußwasser, und also der Sand in der See mehr von seiner Schwere verlieret; aber mehr Antheil an dieser Ausgeburt des Oceans haben die Windstöße, welche aus dem Grunde alles in die Höhe prellen, was nur immer sich bewegen lässet.

§. 338. Doch genug hiervon; ein Strandbewohner, wenn er kein Vorland zur Verwahrung seiner Deiche nöthig hat, oder nicht gewiß weiß, daß er das der See abgewonnene Terrain beschlicken könne, wird sich aus dieser Beute nicht viel machen. Bey Strömen kann uns die Noth zwingen Anhägerung zu veranstalten, dieser Nothfall findet hier nicht statt. Derowegen legen sie sich fast alle mit großer Sorgfalt auf das Schlickfangen. Der Schlick ist eigentlich ein in dem Ocean längst den

Ufern schwimmender Schlamm, der darum so schätzbar ist, weil er aus der Luft viel Salpeter an sich ziehet, welcher dem Grase einen ungemeinen Wachsthum ertheilet. Erhalten sie dieses, so ist ihnen an der Viehweide oder Anlegung sehr fruchtbarer Gärten mehr gelegen, als an dem Kornbaue, der, was das Sommerkorn betrifft, nicht unmöglich ist, ihnen aber nicht so schätzbar ist, als die fette Viehweide.

§. 339. Man hat folgende Kunststücke erfunden ein Land aufzuschlicken, und vielleicht stellet mancher dergleichen Versuche in den Stromländern an, wo sie so gut möglich zu machen sind, als an der See: Erstlich leget man Schlickfänger an, dieses sind kleine Deiche zwey bis drey Fuß hoch, deren Abdachung gegen das Wasser zu sich zur Höhe wie 3 : 1, auch wohl wie 4 : 1 verhält, auf der Landseite aber wie 2 : 1; die großen wilden Wellen müssen hier nicht hergelangt, sondern sich schon an dem Vorufer zerschlagen haben. Aber das mohrreiche Stauwasser tritt hinter diese Schlickfänger durch Oeffnungen, die sich gegen die Länge so verhalten, daß das Wasser bald genug hineintreten, aber langsam wieder abfließen müsse, damit es seinen Schlick zurücke lasse. Bey der Ebbe stehen sie daher trocken, und bey der Fluth sind sie mit Wasser bedecket.

§. 340. Das Vorland gewinnet man nur bey Stürmen und den Schlick bey stiller Luft, oder doch nur gelinden Winden. Hieraus fließet die Lehre, seinen Schlickfänger so anzulegen, daß die Winde nicht dasjenige wieder wegstürmen, was die gemäßigte Witterung angesetzet hat. Derowegen bekommen sie mancherley Figuren, bald sehen sie

aus wie ein halber Mond an einem Stiele, bald wie das Sikzak einer Approche, bald wie eine gerade Linie, hinter deren Oeffnungen neue Deiche vorgeleget werden, bald wie Wände, zwischen welchen man schlangenweise durchgehen muß. Jedoch was gebe ich mir Mühe diese Figuren mit bekannten Ideen zu vergleichen. Im Hunrich kann man sie gezeichnet antreffen.

§. 341. Nicht allemal schüttet man sie von Erde auf, man kann auch dergleichen Werke von Faschinen bauen, und dann sind sie von der Kunst, Sandhäger in Strömen zu erhöhen und zu begrünen, nicht unterschieden. Aber allemal bestehet der Vortheil darinnen, daß man das Wasser beruhiget, damit es seinen Schlick fallen lasse.

§ 342. Wenn man Schlick genug aufgefangen, so ziehet man hin und wieder Gräben, durch welche man das Erdwasser sammlet, damit der Schlick auch trocken und urbar werde. Weil nun auch bey höherer Fluth das Wasser eher in die Gräben fällt, als es über den Grund abläufet, so verlässet es das Feld allmählich, und man kann sich desselben zugleich bedienen den Schlick zu vermehren.

§. 343. Wenn starke Binnenwasser hinter den Deichen oder von den höhern Ländern sich über das Schlickfeld, so man dort Groden nennet, herab ergössen, so würde der Schlick weggespühlet werden: man verhütet dieses, wenn man ihren Ausflußkanal erhöhet, einfasset und sonst so richtet, daß diese Wasser sich nicht des Schlicks bemächtigen können.

§. 344. Noch ein Kunststück ist übrig, Schlick zu fangen. Lasset durch Schleusen das laimichte Wasser schnell hinter die Deiche treten, setzet die

Schleusen

Schleusen so lange zu, bis es wieder klar geworden, lasset es allmählich wieder abfließen; so habt ihr geschlicket. Verschiedene Umstände haben mich genöthiget diese Nachricht zum gemeinnützigern Gebrauche vorzutragen, und hiermit beschließe ich dieses Kapitel.

Das sechste Kapitel.

Vom Deichbaue.

§. 345.

Wir steigen mit unsern Wasserwerken nunmehr aus den Strömen heraus und beleuchten diejenigen Arbeiten, so auf dem Lande vorzufallen pflegen. Zuförderst kommen uns die Deiche entgegen. Deiche sind von Erde aufgeschüttete Wälle, Fluthen abzuhalten, daß sie nicht das Land überschwemmen. Kleinere Wassersammlungen, die zum Besten der Fischereyen angeleget werden, heissen Teiche, da aber die Niederländer gedachte Wälle Dycke nennen und von ihnen dieser Name in die hohe teutsche Sprache übergangen; so ist es billig, daß wir ihrer Schreibart so viel als möglich folgen, und wenigstens durch einen Buchstaben Deiche von Teichen unterscheiden, zumal da die Sachen selbst so augenscheinlich von einander unterschieden sind. Von Dämmen sind Deiche in Ansehung des Endzwecks verschieden. Man wirft Dämme auf, den Reisenden eine bequeme Fahrt von Ort zu Ort zu verschaffen, den hinderlichen Zufluß des Wassers bey

Grundbauten abzuhalten, das Wasser desto bequemer auszuschöpfen, und manchen anderweitigen Bedürfnissen abzuhelfen, welche den Wasserbau gar nichts angehen. Hingegen Deiche sind Schutzwerke gegen aufschwellende und Ueberströmung drohende Fluthen.

§. 346. Zu wünschen wäre es freylich, daß man mit Bedeichung und Bewallung der Ströme eben so glücklich diesen Endzweck erreichen könnte, als bey Seedeichen. Vor letztern wechseln Ebbe und Fluth täglich zweymal ab, und wenn ja der Sturm Fluthen mit Fluthen häufet; so hat sich nach Verlauf weniger Tage der Zorn des Oceans geleget. Nicht zu gedenken, daß die mehresten Deiche ziemlich entfernt von dem Gestade abliegen, und nur alsdann erst zum Kampfe mit Sturm und Wellen gelangen, wann die Fluth über die Aussenwerke getreten. Diese Deiche haben Zeit, wieder trocken zu werden, und obgleich der Anfall, dem sie ausgesetzet sind, ganz entsetzlich auf sie los stürmet; so ziehet sich doch der Feind eher zurück, als sie vom Wasser erweichet und durchdrungen worden. Schwellen aber Ströme auf; so liegen sie oft Monate hindurch vor den Deichen, durchdringen den ganzen Deichgrund, kommen gar hinter denselben zum Vorscheine, reißen das Vorland weg, wühlen bey Eisstopfungen tief ins Ufer und Deichabdachung hinein. Stürme lassen zuweilen in der Heftigkeit nach, hingegen der Strom arbeitet Tag und Nacht mit gleicher Heftigkeit fort, und wenn sich die Tiefe dem Deiche genähert hat; so ist er Jahr aus Jahr ein ein unversöhnlicher Feind des Deiches. Erfolget ein Durchbruch; dann ist es ihm nicht genug alles zu überschwemmen, sondern er

begräbt

begräbt das Binnenland gar unter seinem Sande. Kölke von mehr den 50 Fuß tief werden ausgehoben und es verstreichet lange Zeit, ehe der Fluß sich wieder beurlaubet. Das Meer hingegen ziehet gar bald seine Fluthen wieder an sich, und ist zufrieden einige Tage getobet zu haben. Der Strom ist lange kein Ocean, aber seine unsichtbare Macht ist den Wasserwerken viel gefährlicher.

§. 347. Die Kräfte, welche wider einen Seedeich arbeiten, sind der horizontale Seitendruck, welcher sich nach der Höhe der Fluth richtet, und der Stoß der Wellen. Ströme, deren Wellen gegen Meereswogen nicht zu rechnen, bedienen sich außer dem Seitendrucke noch ihrer fortfließenden Kraft, und nehmen so gar die Eisfahrt zu Hilfe, um ihre Deiche über den Haufen zu werfen; wir wollen jede Kraft besonders in Betrachtung nehmen.

§. 348. Der Seitendruck des Wassers wird nach §. 93. durch ein Faktum der vertikalen Seitenfläche in die halbe Höhe bestimmt, und verhält sich wie die Höhe des druckenden Wassers. Nämlich ein Quadratfuß Seitenwand hat noch einmal so viel Druck auszustehen, als ein anderer, wenn über erstern noch einmal so viel Wasser stehet, als über dem letztern u. s. w. Wenn die Seitenfläche schräge lieget, wie die Abdachung der Deiche, so ändert solches nach §. 95. diese Rechnung im geringsten nicht, sondern der Seitendruck wird allemal so berechnet, als ob eine steile Wand sich demselben widersetzte. Lasset uns nunmehr untersuchen, wie der Widerstand der aufgeschütteten Deicherde sich dieser Gewalt des Wassers widersetze.

§. 349. Es sey Fig. 74. adb das Profil eines
Tab. XIIII. Fig. 74. aufgeschütteten Deichwalles, dessen Partikeln nicht eher ruhen, bis daß die Grundlinie ab zweymal so groß ist als die Höhe cd. Wenn z E. cd = 10 Fuß, so wird ab = 20′ und die Profil Fläche adb = 100□′. Nun wollen wir einen Streifen von der Länge debg nehmen, so, daß de = bg einen Fuß betrage, alsdann enthält dieses Prisma 100 Kubikfuß Erde. Die lockerste Erde, welche man zum Deichbaue brauchen darf, wäget zum wenigsten 90 ℔ á Kubikfuß. Also würde dieser Körper 9000 ℔ schwer seyn: Dieser Körper soll von dem Seitendrucke des Wassers horizontal fortgeschoben werden. Die Versuche, so man gewaget hat, die Reibung der Körper zu bestimmen, berichten uns, daß auf einer ebenen Horizontalfläche ein Körper dergestalt widerstehe, daß der dritte Theil seiner Schwere zu überwältigen sey, ehe er den Anfang machet sich fortschieben zu lassen. Die Grundfläche eines Deiches ist sehr uneben und man kann sicher seyn, daß mehr Kraft als der dritte Theil seiner Schwere erforderlich sey, ihn von seinem Lager zu verdrängen. Es ist aber am rathsamsten, wenn wir die Reibung $\frac{1}{3}$ der Schwere gleichsetzen, wenigern Widerstand hat man gewiß nicht zu befürchten. Mithin würde der Deich adb dem Seitendrucke des Wassers eine Widersetzlichkeit von 3000 ℔ entgegen stellen. Und nun wie stark ist denn der Seitendruck des Wassers? die senkrechte Fläche fb, nach welcher wir uns zu richten haben, ist gleichfalls 10′ hoch und 1 Fuß breit, also 10□′, diese nach §. 93 mit der halben Höhe multipliziret = 50′, liefert uns den Wasserkörper, dessen Schwere dem Seitendrucke gleich kommet. Wenn

ein

ein rheinländischer Kubikfuß Wasser 65 ℔ aufs höchste schwer wäre; so wirket der Seitendruck mit 3250 ℔ gegen dieses Deichprisma. Das Prisma widerstehet nur mit 3000 ℔, also hat der Seitendruck ein Uebergewicht von 250 ℔. Ein solcher Deich würde also können fortgeschoben werden. Auf die anziehende Kraft, mit welcher die Deichmasse sich in einander schließet, könnten wir uns so ziemlich noch verlassen, wie aber, wenn der Deich mit Wasser endlich gar durchdrungen worden? Sollte man alsdenn noch diese Kraft in Anschlag bringen können? Ich zweifle. Aber wir wollen uns auf etwas anders besinnen. Jeder Deich hat seine Kappe, und diese muß wenigstens so breit seyn, daß man auf selbiger reiten und gehen kann, das ist 4 Fuß. Diese 4 Fuß mit der angegebenen Höhe = 10 Fuß multipliziret, geben dem Prismati einen Zusatz von 40 Kubikfuß, deren ein Drittel 13 Kubikfuß oder 845 ℔ Reibung verursachen, welches einen Widerstand veranlasset, der den Gegendruck des Wassers um 595 ℔ übertrift. Gesetzt nun, ein solcher Deich wäre aus lauter feinem Sande zusammen geschüttet worden, der nur eben das Wasser vom Durchseigen abhielte, und dieser Deich widerstünde blos durch die Reibung seiner Schwere; so würde dem ungeachtet eine Abdachung, deren Basis auf beyden Seiten der Höhe gleich ist, durch die Kappe so verstärket werden, daß der bloße Seitendruck des Wassers unter keinerley Umständen ihn fortschieben könnte. Was aber von diesem Deichprofile gesagt werden kann, das gilt von allen ähnlichen. Was man auch für eine Deichhöhe annehmen wollte, so wird man allemal unter diesen Bedingungen ähnliche Triangel erblicken.

1te Anmerk. Um aber eine allgemeine Formel zu haben, nach welcher bey allen Gattungen von Erde das Verhältniß der Grundlinie zu ihrer Höhe, nach ihrer eigenthümlichen Schwere, bestimmet werden kann; so wollen wir folgender Gestalt verfahren: es sey nach Fig. 74. fb die Höhe des druckenden Wassers = h und bg die Länge der gedrückten Fläche, also ihr Inhalt = hl.

Wenn diese Fläche mit der halben Höhe = $\frac{h}{2}$ multipliciret worden, so kommt ein Wasserkörper zum Vorschein = $\frac{hhl}{2}$, dessen Schwere dem Seitendrucke gleich ist. Die Schwere eines Kubikfußes Wasser sey = w, denn drücket $\frac{hhlw}{2}$ den ganzen Seitendruck aus. Man sieht aus diesem Satze, daß die Seitendrücke verschiedener ganzer Flächen, wenn ihre Längen gleich sind, sich gegen einander verhalten müssen wie die Quadrate der Höhen, indem hh übrig bleibet, wenn die übrigen Zeichen weggelassen werden. Den Widerstand des Erdkörpers, welcher den Deich vorstellet, zu finden, sey = dlc = h und cb = b. Wenn cb mit dc multipliciret worden; so erscheinet des Profils adb Flächeninhalt = hb. Diesen abermal mit de = l multipliciret, giebt den kubischen Inhalt des Erdkörpers. Da nun alle Erdarten schwerer sind als Wasser; so sey die eigenthümliche Schwere der Erde = w + f. Folglich wird durch hbl (w + f) die

Schwe-

Schwere des Erdkörpers gefunden, deren dritter Theil den Widerstand desselben anzeiget, mit welchem sich selbiger einem Seitendrucke widersetzen kann $= \frac{hbl\,(w + f)}{3}$. Nimmt man an, daß der Seitendruck und gedachter Widerstand einander gleich seyn sollen; alsdann ist $\frac{hbl\,(w + f)}{3} = \frac{hhlw}{2}$ mithin $\frac{b\,(w + f)}{3} = \frac{hw}{2}$ folglich $b = \frac{3hw}{(2w + f)}$

Auf diese Art kann b die halbe Breite der Grundlinie des Erdhaufen zur Höhe durch die eigenthümliche Schwere des Erdreichs ausfindig gemacht werden. Z. E. Vorhin hatten wir Erdreich angenommen, dessen Kubikfuß 90 tt. schwer war; jetzt wollen wir annehmen, es sey der Kubikfuß $w + f$ 99 tt. schwer, die Höhe $h = 10$ und $w = 66$, alsdenn ist $3hw = 1980$ und $2(w + f)$, wenn f 33 tt. schwerer ist als w, würde gleichfalls 1980 betragen $\frac{1980}{1980} = 1$, dieses zeiget an, daß die halbe Grundlinie der Höhe gleich seyn dürfe. Wenn $3hw$ kleiner ist als $2(w + f)$, so könnte auch die halbe Grundlinie b kleiner seyn als h. Da aber eine solche Abdachung die Erde oder den Sand herabrollen läßt; so hat man sich nicht daran zu kehren, es würde indessen ein solches Erdprisma mehr Widerstand leisten, als der Druck des Wassers in dasselbe wirket.

2te Anmerk. Wenn die Frage wäre, welches die möglichst größte Kraft sey, mit welcher sich ein Deich widersetzen könne; so würde diese Rechnung ganz anders zu führen seyn. Die Zähig-

keit

keit der Masse würde schon an und vor sich selbst genugsam seyn, unter diesen Umständen den Durchbruch des Gewässers zu verhüten. Was die Einwässerung betrift, so hilft sie Anfangs die Schwere dieses Körpers vermehren, und wer weis nicht, daß ein feuchtes Erdreich sich fester auf dem Grunde ansauget als trockenes. Was würde es aber helfen, wenn unter gewissen Umständen ein Werk von dieser Art noch so standhaft seiner Zerstörung sich widersetzte, unter einigen andern aber, die auch möglich sind, die größte Schwäche zeigete. Wenn gleich ein solcher gefährlicher Umstand sich alle Jahrhunderte einmal zutragen sollte; so würde dennoch ein dagegen nicht genugsam verwahrter Deich allemal noch zu früh über den Haufen gestürzet werden. Es ist aber kein gefährlicherer Vorfall möglich, als den wir hier angenommen haben, indem wir einen Deich in Anschlag gebracht haben, der in seinen Bestandtheilen nicht die geringste Zähigkeit besitzet, der aus der leichtesten Erdart zusammengesetzet ist, und dessen Körper bis zum Zerfließen mit Wasser durchdrungen ist, und der dem ungeachtet nicht von dem Seitendrucke des Wassers fortgeschoben werden kann. In der That man hat auch kein Beyspiel, daß ein Deich, dessen Abdachung der Höhe gleich ist, jemals durch diesen Druck fortgerissen worden, wenn er sonst nicht durchflüßig gewesen, und durch andere Unglücksfälle beschädiget worden.

3te Anmerk. Der sonst mit den gründlichsten theoretischen Einsichten begabte vortreffliche Brahms erwählet andere Bestimmungsgründe, und ich werde die Ursachen anzuzeigen haben, warum

ich

ich ihm hierinn nicht gefolget bin. Er schreibt Kap. 5. §. 31. seiner Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst, ein Kubikfuß Erde sey etwa 30 ℔ schwerer, als Wasser, nehmet an, die Größe der Tenacität und Reibung verhalte sich zur Schwere wie 2 : 3, so würde, um 30 ℔ aus der Stelle zu drucken, eine Kraft von 20 ℔ erfordert werden. (Allein die Deicherde schwimmet ja nicht im Wasser, daß sie ihre Schwere bis auf 30 ℔ verlieren könnte, und wenn das Wasser den Deich von beyden Seiten umflossen, dieser Fall statt finden könnte, so höret der Seitendruck gar auf, überdem ist die horizontale Reibung höchstens ein Drittheil der Schwere) Zur Seitenpressung von 25 ℔ aber ist erforderlich eine Fläche von 1 Schuh breit und 1 Schuh hoch Wasser. (Hier muß ein Versehen vorgefallen seyn, denn ein Quadratfuß Seitenfläche mit einFußWasser überstiegen, wirket mit einer Kraft von 32 ℔.) Hieraus leitet er nachmals her, daß die Grundlinie des Deichprofils sich zur Höhe verhalten müsse wie $3\frac{1}{2} : 1$. Wir werden noch andere Bestimmungsgründe der Abdachung im folgenden ansichtig werden.

§. 350. So wissen wir denn, daß wir um des Seitendruckes willen eben nicht nöthig haben, das Dossement über diejenige Schrege zu vermehren, die der natürliche Fall des aufgeschütteten Sandes hervorbringet. Es sind aber noch zwo angreifende Kräfte übrig, denen wir begegnen müssen, nämlich der Strom und die Wellen. Allerdings hat der Stromschuß etwas zu bedeuten, wendet sich nun derselbe gegen die Fläche eines Deiches; so muß

letzterer nothwendig verstärket werden, um widerstehen zu können. Aber wo?

§. 351. Schwerlich wird man von sich erhalten können, einen Deich unter einem rechten Winkel dem Stromstriche entgegen zu stellen, folglich wird der Anfall des Stromstrichs durch die Lage der Deichlinie schon sehr geschwächet. So bald der Strom die Ufer überschreitet, wird auch seine Geschwindigkeit gehemmet, denn eben darum schwellet er auf, weil sein Abfluß unterwärts Schwierigkeiten findet, und er kann nicht eher den Deich nur einmal erreichen, geschweige denn bis an die Kappe sich erheben, als bis er die Ufer überströmet hat, folglich hat man sich für die daher entspringende Gefahr auch eben nicht zu fürchten. Wir wollen das äußerste annehmen, was sich nur denken läßt. Ein bis nahe an die Kappe aufgeschwollener Strom soll mit einer Geschwindigkeit von 4 Fuß in einer Sekunde auf den Deich losgehen, gesetzt man habe auch den Deich so unvorsichtig gezogen, daß der Strom ihn unter einem rechten Winkel anfallen könnte: sodann würde sein Stoß auf jeden Quadratfuß nach der oft gedachten Tabelle 18 ℔ betragen. Der Erdkörper, dessen horizontale Reibung diesem Stoße widerstehen soll, muß 3mal schwerer seyn, also 54 ℔, das ist noch nicht einmal einen Kubikfuß enthalten. Die Kontreforts, welche eine gestoßene Wand unterstützen sollen, müssen hinter derselben angesetzet werden. Da nun die Geschwindigkeit auf der Tiefe am Fuße des Deiches nicht leicht größer seyn wird als oben; so verlehret die Abdachung der Landseite des Deiches

einen Fuß Ausladung auf jeden Fuß Höhe; so ist ihr dieser großen Besorgniß abgeholfen.

An-

Anmerk. Es ist viel daran gelegen, daß auch die innere Abdachung des Deiches sich begrüne; dieses kann nicht geschehen, wenn das Erdreich von selbst herabrollet. Derowegen pflegt man insgemein die innere Abdachung im Fuße zur Höhe zu proportioniren, wie $1\frac{1}{2}$ zu 1, dadurch erhält der Deich zugleich eine Stärke, einem jeden Stromstriche Widerstand zu leisten.

§. 352. Nun ist nur noch ein Feind übrig, nämlich Sturm und Wellen. Ich habe die bisherigen Gegenkräfte durch die gemeine Rechnung bestimmen, und mit dem nöthigen Widerstande balanziren können, aber nunmehr würde ich sehr umständlich und dunkel werden, wenn ich so fortfahren wollte. Es erfordert jedoch meine Pflicht, eine kurze Einleitung in diese Materie voranzuschicken. Die Wellen sind eine Mißgeburt des Sturmwindes, je stärker dieser ist, desto höher steigen die Wellen. Aber ihre Höhe richtet sich nach der Tiefe des Wassers. Denn wenn dieses nicht gar tief ist; so erreichen die Stöße des Windes den Grund, welcher sie nicht mit gleicher Stärke wieder zurücke giebt, daher können sich auch die Wellen nicht gar zu hoch aufthürmen, nicht zu gedenken, daß die Lage des Grundes eine sehr unordentliche Reflexion verursachet, durch welche die Stöße sich unter einander selbst vernichten. Hingegen auf der offenen See balanziret der ganze vom Sturm ergriffene Wasserkörper, und geräth in eine hin und her schwankende Bewegung. Wenn nun die Wellen gegen das Gestade getrieben werden; so widerstehet nicht nur der allmählig sich erhebende Grund, sondern auch die verschiedene Lage des Ufers bricht sie, und dieses sind die Ursachen, daß die See über Un-

tiefen und nahe am Ufer kürzere und krausere Wellen schlägt, da hingegen in mehrerer Entfernung vom Lande im vollen Meere es nicht anders anzusehen, als ob ganze Gebirge von Wasser sich gegen einander erhüben, und einander fortjageten.

§. 353. Man kann sich eine Welle am füglichsten unter einem Prismate vorstellen, dessen Höhe halb so hoch ist, als die Grundfläche Breite besitzet, welches beständig in die Höhe steiget, und von beyden Seiten wieder eben oft sinket. Denn steiget das vorher gesunkene Zwischenwasser wieder in die Höhe, und sinket wieder. Diese schwungförmige Bewegung giebt das Ansehen, als ob die Wogen nach dem Lande zu liefen. Ob nun freylich nicht zu läugnen, daß der Wind, welcher hinter sie drein als in so viel Segel stürmet, sie fortschiebet; so kann man doch nicht sagen, daß ein und eben dieselbe Welle das Ufer erreiche, sondern das Wasser steigt, und fällt wechselsweise, und das Fortlaufen ist nur eine Erscheinung, welche von der Ordnung, in welcher das Steigen und Fallen nach und nach erfolget, herrühret, das ist, es ist ein Betrug der Augen.

Tab. XIV. Fig. 75.

§. 354. Ihre Gewalt zu berechnen, hat man sich die Oberfläche im Profile vorzustellen, wie eine Sinuslinie AICEB, deren Abzissen von I, F, K an gerechnet, Zirkelbogen vorstellen, die Ordinaten aber den Sinußen dieser Bogen entweder gleich oder doch wenigstens proportional sind, je nachdem die Höhe CE zu der Wellenbreite AB ein größeres oder kleineres Verhältniß besitzet, als der Diameter zur Peripherie des Zirkels. Die Zeit aber, in welcher eine Welle ihre Breite durchlaufet, ist derjenigen Zeit gleich, in welcher jeder Tropfen

E durch die Höhe EC steiget und wieder fällt. diese Zeit sey = t. Ferner sey

AE = EB = e das ist der halben Wellenbreite.

CD = DE = b der halben Höhe.

AIC = CFB = a sey die halbe Krümmung der Fläche. Der Fall eines jeden schweren Körpers in einer Sekunde sey = g, das ist 15,096 pariser Fuß. Die Peripherie des Zirkels im Verhältnisse gegen ihren Diameter sey = π = 3, 1415926 und so weiter, nach dem Ludolphischen Verhältnisse. Ich bezeichne diese Größe mit einem griechischen Buchstaben, damit sie desto besser ins Auge falle. Die Geschwindigkeit der Welle sey = c und die Wasserhöhe, so dieser Geschwindigkeit zukommet, und hervorbringen würde, sey = h.

Denn $h = gt$ u. alsdann ist

$dh = 2gtdt$

$c = \frac{dh}{d+} = 2gt$

$c^2 = 4g^2t^2 = 4gh$

Demnach ist $h = \frac{cc}{4g}$

Folglich $h = \frac{cc}{4g}$

Nun giebt die Rechnung $t = \pi\sqrt{\frac{a}{g}}$

$c = \frac{2e}{\pi}\sqrt{\frac{g}{a}}$

Demnach $h = \frac{ee}{a\pi\pi}$

Stürmte nun die Welle gegen eine Vertikalwand gerade an; so läßt sie sich als eine Masse ansehen, deren Höhe $CE = 2b$ ist, und deren Länge der Wellen Länge gleich ist. Diese Länge sey $= l$. Es ist demnach $2bl$ die Fläche, auf welche die Welle stößt. Die Geschwindigkeit, mit welcher sie anfähret, ist jederzeit der Höhe h proportional, und wenn sie dann mit derselben fortschießet; so ist die Gewalt des Stoßes, welche wir P nennen wollen, dem Gewichte eines Wasserkörpers gleich, der durch $2blh$ bestimmet wird. Die Schwere eines Kubikfußes Wasser sey $= S$ ℔.

Folglich wäre $P = \frac{2bleeS}{2\pi\pi}$

Um aber noch a durch b, e zu bestimmen, so sey um sich kurz zu fassen

$$\frac{2\pi^2b^2}{4e^2 + 2\pi^2b^2} = p = \frac{\pi^2b^2}{2e + \pi^2b^2}$$

Und alsdann ist

$$a = \frac{\pi b}{\sqrt{(2p)}} \times \left(1 - \frac{pp}{16} - \frac{3.5.p^4}{8.128} - \frac{10.21.p^5}{32.1024} - \frac{35.429p^6}{128.12768} \text{ u. s. w.}\right)$$

Wofür wir der Kürze halber ansetzen wollen:

$$\frac{\pi b n}{\sqrt{2p}}$$

Da denn n nur um ein sehr geringes kleiner ist als 1.

Und also ist $a = n. \sqrt{(ee + \frac{1}{2}\pi^2b^2)}$

in-

$$\text{ingleichen } P = \frac{2bleeS}{n\pi\pi\sqrt{(ee + \frac{1}{2}\pi^2 b^2)}}$$

$$= \frac{4eeblS}{n\pi\pi\sqrt{(4ee + 2\pi^2 b^2}}$$

Hier kann nun noch $e = m\pi b$ gesetzet werden, und dieß, wenn ich mich auf dasjenige berufen darf, was ich gleich Anfangs bey der Sinuslinie gesagt habe, m insgemein $= 1$ zuweilen größer, zuweilen kleiner. (m ist das Verhältniß der Wellenhöhe zur Breite)

$$\text{Derowegen ist } P = \frac{4bblS}{\pi} \times \frac{mm}{n\sqrt{(4m^2+2)}}$$

$$\text{oder } P = \frac{2eblf}{\pi\pi} \times \frac{m}{n\sqrt{(m^2+\frac{1}{2})}}$$

Es ist $2eblf$ das Gewicht der Welle, welches durch $\frac{m}{n\sqrt{(m^2+\frac{1}{2})}}$ multipliziret, und durch $\pi\pi$ dividiret werden muß. Da denn im Fall $m = 1$ die Kraft $P = \frac{1}{1\frac{1}{2}}$ des Gewichts der Welle. Z. E. eine 10füßige Welle schlägt gegen eine vertikale Streife von 1 Fuß Breite und 10 Fuß Höhe, mit einer Kraft von $\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ Schwere dieses Profilstreifen in der Welle. Es sey also die Höhe $= 10'$, so ist, wenn die Breite zweymal so groß als die Höhe, und die Länge des Streifen $= 1'$ der körperliche Inhalt $= 100^c$, den Kubikfuß à 66 tt., weil es Seewasser ist, um Brüche zu ersparen: denn ist $\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ dieses Wasserkörpers schwer etwa 530 tt., mithin stieße die Welle auf jeglichen Quadratfuß

mit 53 tt. Wenn nun vor dem Deiche ein stillstehendes Wasser wäre, dessen Höhe den Gipfel der Wellen erreichte, so würde dasselbe mit dem Seitendrucke ungleich stärker gegen den Deich wirken, als ein Wasser, dessen Spiegel 10 Fuß niedriger stehet, und mit 10füßigen Wellen auf den Deich hin wüthet. Verlohnt es sich nun wohl der Mühe, um dem Stoße der Wellen Widerstand zu leisten, einen Deich, wenn er mit seiner Kappe über die in solcher Gegend gewöhnliche Wellenhöhe hervorraget, in der Dicke zu verstärken? Ich meyne nicht. Sichtbare und pralende Feinde sind nie so gefährlich, als die heimlichen und in der Stille arbeitenden. Es gehet hier in der Natur nicht anders, der stille Seitendruck des Wassers ist noch immer der gefährlichste Feind der Deiche.

§. 355. Aber die Deiche haben nun noch dazu auf der Wasserseite ein Doßement, welches den Grimm des Meeres und seiner Wellen noch mehr bändiget, wie wir gleich sehen werden. Setzet, der Winkel der Abdachung am Fuße sey = ω. Wir wissen, daß sich die Stöße gegen schiefliegende Flächen nach §. 100. verhalten wie die Quadrate der Sinuße der Einfallwinkel. So wird denn P im Verhältnisse vom Sinus ω^2 geschwächet. Und so ist

$$P = \frac{2ebl\omega}{\pi\pi} \times \text{Sin.}\,\omega^2 \times \frac{m}{n\sqrt{(m^2+\frac{1}{2})}}$$

oder auch

$$P = \frac{2bbl\omega}{\pi\pi} \times \text{Sin.}\,\omega^2 \times \frac{m}{n\sqrt{(m^2+\frac{1}{2}}}$$

Welche Kraft bey einerley Figur der Welle gleich bleibet, wenn Sin. ω im umgekehrten Verhältnisse

von der Höhe der Welle stehet. Und nun hat es vollends wenig mit dem Stoße der fürchterlichen Wellen oder nichts zu sagen. Bemerket aber, daß bisher nur die Rede von Kräften gewesen, die den Deich fortzuschieben und durchzubrechen drohen. Eine ganz andere Frage ist es, ob diese Kräfte nicht den Deich durch Abschurfen beschädigen, und auf diese Art ihm gefährlich werden.

§. 356. Die Eisschollen schneiden von der Abdachung Streifen heraus, und wenn sie sich stopfen; so wühlet der Strom Kölke auf dem Dossement sowohl, als auf dem Vorlande aus, aber deswegen können wir das Dossement nicht verstärken, sondern es gehören andere Mittel dazu diesem Feinde zu begegnen.

§. 357. Aus diesen allen erhellet, daß der Stoß der wider einen Deich sich rüstenden Kräfte nichts in der Figur desselben, wenigstens nichts in Ansehung der Abdachung auf der Wasserseite, bestimme. Wir müssen also dabey auf andere Umstände sehen.

§. 358. Das Dossement der Landseite ist §. 350. dahin bestimmet worden, daß es sich bey recht gutem Erdreiche zur Höhe verhalten könne wie 1 : 1, und wenn die Masse nicht dichte genug ist, sondern leicht herabrollet; so kann man nach der Beschaffenheit der Sache bis auf $\frac{1}{2}$ zugeben, also daß die Höhe zur Grundlinie im äußersten Falle sich verhalte wie 1 : $1\frac{1}{2}$.

§. 359. Verhoffentlich wird die ganze Welt mit mir einig seyn, wenn ich behaupte, daß ein Deich noch um einige Fuß höher seyn müsse, als das höchste Wasser mit den in der Deichgegend möglichst höchsten Wellen. Dieses Maaß kann al-

so nur die Erfahrung bestimmen. Ich berühre jetzt den allerwichtigsten Punkt in der Symmetrie des Deichprofils. Denn so bald die Wellen irgendwo über die Kappe gehen; so ist es um den Deich, dafern nicht sofort vorgebauet werden kann, mit aller seiner übrigen Stärke geschehen. Erst entstehet eine Lücke, vertiefet sich mehr und mehr; endlich kann der Wasserspiegel die Lücke erreichen, und dann stürzet das Wasser von der inneren Abdachung ins Land, wie ein tobender Wasserfall, hebet Kolke aus, dann folget der Deich zuletzt gar stückweise nach, und in wenig Stunden hält das stürmende Meer oder Flußwasser seinen triumphirenden Einzug durch die Bresche. Alles wird von der Fluth verschlungen, und da der mitgeführte Sand nunmehr niederfällt, so werden Wiesen und Felder verdorben und versandet, nicht mitgerechnet, was bey solchen Gelegenheiten von Gebäuden zu Grunde gehet und ersäufet. Also muß die Kappe höher hervorragen als Fluth und Wellen.

§. 360. Man sollte glauben, daß wenigstens die Breite der Kappe, durch den Druck und Stoß des Gewässers berechnet werden müßte. Aber auch dieses nicht. So lang der Deich nicht über 6 Fuß hoch ist, kann man zur Zeit der Noth von hintenzu auf der Landseite mit Wagen und Pferden das nöthige Erdreich herbeyfahren und unmittelbar zur Kappe hinbringen, dann ist die Kappe breit genug, wenn man auf derselben reiten und mit Schiebkarren links und rechts fortkommen kann, das ist, sie muß bey einem Deiche, der auf der Landseite nicht über 6 Fuß hoch ist, nicht unter 4 und nicht über 6 Fuß Breite besitzen, es wäre denn, daß ein Fahrweg über dieselbe wegen morastiger Wiesen und

an-

anderer Hinderniſſe hingienge. Aber höhere Deiche, ſie mögen übrigens ſo hoch ſeyn, als ſie wollen, bedürfen keiner breitern Kappe, als daß zwey Wagen neben einander vorbeyfahren können, theils um der Paſſage willen, theils in Waſſersnoth mit ganzen Ladungen von Miſt und Erde dem Deiche zu Hilfe zu kommen. Soll dieſes geſchehen; ſo erfordern höhere Deiche eine Kappe von 10 bis 14 Fußbreite. Sollten die Laſtwagen nicht einander vorbeyfahren können, wenn die Kappe eine zu geringe Breite um der Menage des Erdreichs willen ertheilet worden; ſo leget man hin und wieder auf der Landſeite Ruheplätze zur Ausbeugung an, welche aber nicht weiter von einander abliegen müſſen, als daß die Wagen einander abſehen können. Wollte man die Heerſtraße nicht über die Kappe gehen laſſen, weil ſelbige dadurch ſehr ruiniret wird: ſo leget neben dem Deiche auf der Landſeite ein Banquet an, da mögen ſie denn fahren. Dieſes Banquet verſtärket zugleich den Deich, und iſt oft ein Nothbehelf, wenn der Deich auf der Waſſerſeite zu viel von ſeiner Abdachung verlohren.

§. 361. Nun wagen wir uns endlich an das Doßement der Waſſerſeite. Es iſt §. 349. das Verhältniß des geringſten Doſſements zur Höhe wie 1 : 1 angegeben worden, unter welcher Bedingung die Erde, wenn ſie durch nichts geſtöret wird, ruhig liegen bleibet. Da nun dieſe Fläche vom Waſſer erweichet wird, und alsdann herabfließt; ſo iſt dieſe Abdachung unter allen Umſtänden zu gering. Das möglichſt kleinſte Verhältniß der Grundlinie zur Höhe ſey wie 2 : 1, deſſen kann man ſich bedienen, wo gar keine weitere Gewalt ſich gegen den Deich waget, auch der Deich nicht über 6 Fuß

hoch

hoch ist. Hingegen hat man Stromstriche und Wellenschlag zu befürchten, so kann man das Verhältniß bey derben und thonigtem Erdreiche wie 3 : 1 ansetzen, und bey losen und brüchigen wie 4 : 1. Es ist unmöglich weiter zu gehen. Ich läugne nicht, daß ein stärkeres Doßement auch stärker widerstehe, man lasse aber dem Deiche auch das stärkste Dossement zukommen; so wird allemal die Wuth der Wellen dasselbe abreiben, überdem so werden die Deiche dadurch ohne Noth zu kostbar. Man könnte im äußersten Nothfalle hin und wieder das Doßement bis auf 6 Fuß Ausladung zu einem Fuße Höhe verstärken. Sind denn aber keine andere wohlfeilere Mittel übrig, das Herabwälzen des Erdreichs zu verhüten? Ganz gewiß, sowohl bey See als bey Flußdeichen. Wenn diese Mittel vorhanden sind, warum wollte man sich nicht derselben bedienen? Es hanget demnach die Bestimmung der Abdachung lediglich von zween Gründen ab, theils von der Gewalt der Stromstriche und Wellen, theils von dem mehrern oder wenigern Zusammenhange der Erde, die zum Deiche vorhanden ist. Man könnte zwar die Kraft, mit welcher die Theile durch ihre Schwere auf jeder schiefliegenden Fläche ruhen, ausfindig machen, aber werden wir auch die anziehenden Kräfte bestimmen können? und wenn auch dieses geschähe; so weis man, daß sich die Arbeiter so genau eben nicht nach dem Profile richten. Warum wollten wir Regeln bis auf die äußerste mathematische Schärfe ausrechnen, die niemals in solcher Strenge beobachtet werden können? Gut genug, wenn im Ganzen nichts versehen wird.

§. 362.

§. 362. Um übrigens nichts unerörtert zu lassen, was zu einer gründlichen Einsicht in die Lehre vom Deichbaue gereichen kann; so wollen wir untersuchen, was es mit dem Herabrollen des nach einer schrägen Oberfläche aufgethürmten Erdreichs für eine Beschaffenheit habe. Wir können diese Begebenheit weder nach den Gesetzen flüßiger Körper, noch nach den Bewegungsgesetzen eines auf einer schiefliegenden Fläche herablaufenden festen Körpers entscheiden, sintemal nach letztern auch eine Bewegung erfolgen müßte, wenn gleich die halbe Basis des Sandhaufens zur Höhe ein gleiches Verhältniß hätte. Auch ist es unmöglich, auf die anziehende Kraft der Theile unter einander selbst unser Absehen zu richten, als welche bey manchem Erdreiche so groß ist, daß es wie eine Wand nach einer senkrechten Linie stehen bleibet, ja so gar ziemlich überhängen kann, ehe es einstürzet, sondern wir müssen einen Sand in Anschlag bringen, welcher gar nicht zusammenhänget. Vielleicht wie über und auf einander gethürmte Kugeln? Auch nicht. Ein solcher Haufe sey Fig. 76. Tab. XIV. Nun ist es zwar wahr, daß dieser Haufe pyramidalisch die Kugeln trägt. Denn weil f keinen Widerstand findet; so schießet die ganze Lage fdc und ceb herab. Aber ab ist niemals = 2cg, sondern allemal kleiner. Die wahre Ursache, daß bey einem Sandhaufen ab = 2cg wird, wenn seine Theile ruhig liegen bleiben, ist nur folgende: der natürliche senkrechte Fall aller Sandkörner ist Fig. 74. mit dc parallel. Bey einem Körper, der mit der Kathete parallel auf einer schiefen Fläche beweget wird, verhält sich die Kraft, mit welcher er fallen würde, das ist seine ganze Schwere zu der

Tab. XIV. Fig. 76.

Kraft,

Kraft, mit welcher er in die schiefe Fläche drücket, wie dc : ac. Ist nun dc = ac, so ist seine fallende Kraft so groß als seine ruhende, er kann auf diese Weise weder fallen, noch mit Nachdruck ruhen. Er ruhet nur, weil er nicht fallen kann. Daher ist die möglichst kleinste Kraft im Stande, seinen Ruhestand zu unterbrechen. Sand, so über einander geschüttet wird, muß derowegen so lang herabrollen, bis dc = ac wird. Andere Erdtheile kleben aneinander, kein Wunder, wenn sie auch steiler über einander ruhen können, und zwar desto steiler, je stärker sie aneinander kleben. Ist diese Kraft der Schwere der Erdtheile gleich, so bleiben sie stehen, wenn gleich der Haufe senkrecht abgestochen würde. Aber wie gefährlich ist diese Ruhe! Das innere Dossement wie 1 : 1 kann demnach nur bey Deicherde statt finden, die sehr zusammenpacket, nie bey lockerem Sande.

§. 363. Wenn demnach Fig. 76. die halbe Grundlinie so groß ist als die Höhe; so ruhet die schrege Fläche ac so, daß die kleinste Kraft sie zum Abschusse bringen könnte. Diese ruhende Kraft nimmt zu, wie die Höhe cg abnimmt, bis zuletzt, wenn gar keine Schräge des Dossements mehr vorhanden, das ist, wenn cg = nichts wird, der Sand in der Oberfläche mit seiner ganzen Schwere ruhet. Folglich kann man schließen: ag : gc = r : f. Wenn r die Kraft bedeutet, mit welcher der Körper auf einer Horizontalfläche ruhet, und f die Kraft, mit welcher er herab zu fallen in Bereitschaft stehet. Da ag allemal als der ganze Sinus betrachtet werden kann, und cg als die Tangente des Inklinationswinkels; so kann man dieses Gesetz auch so ausdrücken: es verhält sich die Kraft

der

der absoluten Ruhe zum Triebe herab zu fallen, wie der ganze Sinus zur Tangente des Neigungswinkels. Sind beyde einander gleich, welches statt findet, wenn der Neigungswinkel 45 Grad hat; so ist auch die Kraft zu ruhen dem Triebe zu fallen gleich, und so ruhet denn das Sandkorn auf der schiefen Fläche mit der möglichst kleinsten Kraft. Wiederum wenn der Trieb zu fallen von der Ruhekraft abgezogen wird, so zeiget r — f an, wie stark sich der Sand auf der Abdachung einer andern, die denselben herabstossen will, widersetze.

Anmerk. Ich habe dieses nur deswegen angeführt, damit man sich dieser Theorie bedienen könne, wenn sich ja ein Fall ereignen sollte, wo sie erfordert würde. Man wird wohl nicht leicht Deiche vom purem Sande schütten, und bey festerm Erdreiche verhält sich die Sache ganz anders. Man kann wenigstens daraus sehen, wie es zugehe, wenn bey Sturm und Wellen Deiche, die eine starke Abdachung haben, weniger Schaden leiden, als solche, welche steiler angeleget worden, und nicht mit der gehörigen Bedeckung versorget sind. Wenn wir auch annehmen wollten, daß mancher Sand noch einmal so schwer wäre als das Wasser, welches doch nicht ist; so würde ein Sandkorn auf einer Abdachung, die sich zur Kathete wie 6 : 1 verhält, nur mit $\frac{5}{6}$ seiner halben eigenthümlichen Schwere ruhen, wie leicht kann solches von einer jeden Welle weggeschlagen werden? Eine starke Doßierung ist bey einem unbekleideten Deiche nur ein Mittel, beym Sturme weniger von demselben zu verlieren, als bey einer schwachen. Verlust ist allemal zu erwarten, und die Zeit verschlim-

mert

mert alle Deiche. Kann man eine gute Deichbedeckung einem festen Erdreiche ertheilen; so wollte ich nicht rathen, auf das Dossement zu viel Unkosten zu verwenden. Die grössten Stromstriche können sich an dem Verhältnisse wie 3 : 1 begnügen lassen, und bey sehr gefährlichen Stellen könnte man dasselbe wie 4 : 1 vermehren.

§. 364. Es wird nicht undienlich seyn einige Profile zu liefern, aus welchen man diejenigen heraussuchen wird, die sich zu der jedesmaligen Beschaffenheit der Umstände am besten schicken. Fig. 77. stellet das Profil eines niedrigern Deiches vor, der etwa auf 6 Fuß über das Mayfeld, dieses ist die Erdfläche, auf welcher der Deich angeleget wird, hervorraget, a b die Kappe, so sich nach der Passage richtet, b c die innere Abdachung, welche sich bis b d erweitern kann, wenn das Erdreich sehr sandig seyn sollte: a e die äußere Abdachung, die sich unter eben diesen Umständen, zumal wenn sie mit Strom und Wind zu kämpfen hätte, wohl bis a f erweitern könnte, f d die Grundlinie des Deiches. Hingegen Fig. 78. machet die Figur eines höhern Deiches vorstellig, a b die Kappe, so von 10 bis 16 Fuß verbreitet werden kann, je nachdem die Deichhöhe beschaffen, b c die innere Dossirung und wenn das Erdreich nicht thonigt genug ist, sondern locker und beweglich; so ersparet man Kosten, wenn anstatt der Abdachung b d das Banquet f e d angeleget wird, welches bey Deichbeschädigungen große Dienste leistet, sowohl der Anfahrung des Erdreichs wegen, als auch weil man allerhand Anstalten auf dem Gange e f machen kann, den Durchbruch zu verhüten. Sehr hohe Deiche sollten nie ohne Banquet gebauet werden. a g die äußere

Tab. XV. Fig. 77.

Fig. 78.

Doßirung, wenn der Deich nicht dem Sturme sonderlich entgegen stehet, viel Vorland besitzet, und aus fester Erde bestehet. ah, die äußerst größte Abdachung, wenn von diesem allen das Gegentheil vorhanden wäre. Zwischen gh sind alle verstärkten Doßirungen enthalten.

§ 365. Den größten Schutz erwartet ein Deich von seinem Vorlande. Dieses widerstehet nicht nur den heftigsten Bewegungen des Wassers von Grund aus; sondern ist auch als ein Gegengewicht zu betrachten, so der ungeheuren Last des Deiches widerstehet, daß er nicht das Ufer in die Fluth hineinschiebet und am Ende gar versinket. Hat sein Fuß das Vorland verlohren; so geräth er in Abbruch, und denn folget der Deich selbst ohne alle Barmherzigkeit nach. Will man sich denn nicht überschwemmet sehen; so wird man genöthiget eine neue Deichlinie hinter der vorigen anzulegen.

§. 366. Das Vorland leistet dem Deiche einen dreyfachen Dienst, einmal ist es die Vorrathskammer, von welcher die Erde zur Bedeichung hergenommen werden muß. Würde man solches hinter dem Deiche wegnehmen, so ziehet man sich das Drängwasser auf den Hals, welches aus den Gruben, die sich von selbst niemals zuschlicken, hervorsprudelt, und das Binnenland überschwemmet, es wäre denn, daß unfruchtbare Hügel vorhanden wären, deren man entbehren könnte. Wird nun die Deicherde vom Vorlande genommen, und hat man untersuchet, wie tief die gute Deicherde auf demselben liege; so müßte derjenige die Stereometrie nicht gelernet haben, der nicht berechnen könnte, wie viel Vorland dem Deiche zugehöre. Wird die Deicherde dem Vorlande abgeborget; so genießet

man überdem noch den Vortheil, daß sich die Deichgruben nach und nach wieder mit Schlick anfüllen, dessen man sich zur Ergänzung und Verhöhung des Deichkörpers zu Nutzen machen kann.

§. 367. Das Vorland beschirmet zweytens den Deichfuß, mithin muß es selbst dossirt seyn, und wenn es sich in Schartufer verwandelt; so kann man dasselbe durch Schutz- und Fangbuhnen wieder befestigen, und so gar vermehren. Sollte aber das Wasser keinen Sand mit sich führen, und der Abbruch vermehrte sich; so sind noch Packwerke und Holzungen übrig das Vorland zu beschirmen.

§. 368. Drittens, so verhütet das Vorland durch sein Gegengewicht den Einsturz des Deiches selbst. Zuweilen liegen am Ufer so viel Häger und Inseln, deren man sich bedienet, durch Schiffe und Brahmen die Deicherde wohlfeil genug herbey zu führen, da es denn freylich nicht nöthig ist, zu viel Land vor dem Deiche liegen zu lassen. Weil jedoch das Vorland auch den Fuß des Deiches für Ausspülung und Sinken verwahren soll; so entstehet die Frage, wie weit man gleichwohl den Deich vom Ufer zu entfernen habe, um diesen wichtigen
Fig. Endzweck zu erreichen? Es sey ik das Ufer und k
78. die grösste Strom- oder Seetiefe vor demselben. Gesetzt nun auch, daß das Ufer selbst eine Abdachung hätte, und die Tiefe noch entfernt läge; so ist doch zu befürchten, daß sich dieser Feind nach und nach dem Ufer nähern dürfte; kn wäre die Horizontallinie der Wassertiefe. Nun setzet den Abdachungswinkel u in k an, wo die Linie ka die Oberfläche des Erdbodens erreichet, da wird sie den Ort anzeigen, welcher die Breite des Vorlandes ih bestimmet. Man sieht ganz offenbar, daß

unter

unter diesen Umständen die ganze Last des Deiches sich nicht auf das Mayfeld, sondern auf den tiefsten Grund unter dem Wasser stütze, und also keine Senkung des Deiches selbst und Fortschiebung des Ufers zu befürchten sey. Würde denn endlich die Tiefe die Linie ik berühren, und das Ufer versteilert haben; dann ist der Augenblick da, wo durch Schutzbuhnen, Fangbuhnen und Holzungen dem Befinden nach der weitere Einbruch verhütet werden muß; wartet man länger, so wird der Fuß des Deiches gegen die Uferbefestigung drängen, und sie endlich gar über den Haufen werfen.

§. 369. Hat der Deich gar sein Vorland verlohren, so ist der Schade entsetzlich groß, der Deich wird durch seine Last sein selbst eigener Feind, und befördert seinen Untergang. Im Fall die Schutz- und Fangbuhnen zu schwach seyn sollten, Vorland zu verschaffen; so legt lieber gar eine Treibbuhne vor, und holet von dem Gegenufer so viel Sand herüber, als nöthig ist. Der Nachbar gegenüber, wenn er ein Christ ist, ich hoffe doch, daß wir wenigstens noch im Lande der Christen wohnen, wird gern etwas von seiner Viehweide verlieren, um das Leben und die Wohlfahrt der Bewohner eines unglücklichen Distrikts zu retten. Die Holzungen und Packwerke sind die letzte Nothwehre, zu welchen man nur alsdenn sich entschließen muß, wenn kein Mittel mehr übrig ist. Aber o wie viel vergeblicher Aufwand würde ersparet werden, wenn man vor allen Dingen zur rechten Zeit auf die Erhaltung des Vorlandes bedacht gewesen wäre! Jedoch so geht es, viele wollen erst den Schaden fühlen, ehe sie glauben können, daß er bevorstehe. Alsdann heißt es: wer hätte das gedacht! ob aber

dieses die Sprache der Klugheit seyn mag, überlasse ich andern.

§. 370. Die Absicht um deren willen Deiche angeleget werden, theilet dieselben in verschiedene Gattungen, unter welchen der Hauptdeich die vornehmste ausmacht. Ein Hauptdeich soll das hinter ihm liegende Land für die höchsten Fluthen beschützen, deswegen führt er den Namen des Hauptdeiches, und ist in der Deicharchitektur das, was der Hauptwall einer Festung. Daher muß er mit der Kappe über die wahrgenommene höchste Fluthlinie hervorragen, und seine Breite, wie auch seine Abdachung muß stark genug seyn dem größten Sturme, der in solchen Gegenden jemals sich eingefunden, unüberwindlich Widerstand zu leisten. Aendern sich die Umstände des Vorlandes dergestalt, daß man den ansehnlichen Zusatz desselben mit einer neuen Deichlinie bewallet, und dadurch der alte Hauptdeich überflüßig gemacht wird; so behält man zwar denselben bey, theils um der Gräserey willen, theils sich seines Schutzes zu versichern, wenn allenfalls der neue Hauptdeich brechen sollte; man nennet ihn aber alsdenn einen Schlafdeich. Manchmal sieht man vorher, daß hie oder da der Hauptdeich, weil er Vorland und Abdachung verloren, stürzen werde; so erfordert die Vorsichtigkeit, die Deichlinie bey Zeiten zurück zu ziehen, und hinter dem Schartdeiche einen neuen Hauptdeich aufzuschütten, der denn auch, so lang der alte Hauptdeich noch da ist, ein Schlafdeich genennt wird. Aber warum will man den alten Deich stehen lassen, und seine Masse nicht lieber zur Abschrägung des Ufers und Errichtung des neuen Hauptdeiches anwenden? soll etwa seine Last den

Ein-

Einsturz des Schartufers befördern? Hunrichs eifert mit Recht wider diese Weisheit.

§. 371. Es giebt eine andere Gattung von Deichen, diese sehen so aus wie Hauptdeiche, und sind es nicht; sie heißen Sommerdeiche. Es giebt Wiesen, denen es vortheilhaft ist, daß sie von der übertretenden Winterfluth besuchet, und durch deren Schlamm gleichsam geschwängert werden, nur die gähen Sommerfluthen, welche von Wolkenbrüchen über die Ströme verhänget werden, sollen weder dem Wachsthume, noch der Abmähung des Grases hinderlich fallen. Also sieht man sich genöthiget Sommerdeiche anzulegen, das ist solche, die hoch genug sind, eine Sommerfluth abzuweisen, aber den Winterfluthen den Ueberlauf verstatten. Die Kappe dieser Deiche, weil sie im Winter bedecket sind, und also gar nicht zur Passage dienet, die man zur Sommerszeit aller Orten gebahnt findet, alsdenn sie auch nur über die Fluth hervorraget, braucht nicht breiter, als höchstens vier Fuß angeordnet zu werden. Das Doßement auf der Wasserseite ist schrege genug, wenn es sich zur Höhe wie 2 : 1, auch bey dem lockersten Erdreiche verhält, desto stärker aber muß die innere Doßirung seyn, damit nicht bey dem Uebertritte des Winterwassers hinter dem Deiche Kölke ausgehoben werden, sondern das Gewässer fein gemächlich sich über den Sommerdeich in die Wiesen ergießet. Hunrichs meldet sie auch unter dem Namen der Tummeldeiche an, man verschone mich aber mit der Antwort auf die Frage: Warum? Ich habe längst gestanden, daß im Wasserbaue Kunstwörter vorkommen, deren Ursprung sich nicht erfragen läßt, weil diejenigen, die solche aufgebracht.

b'acht, den Grund der Benennung ihrer Erfindung mit sich in die Gruft genommen. Man pflegt aber nicht nur ansehnliche Vorländer, sondern auch Inseln auf süßen Wassern mit Sommerdeichen zu umringen, zumal da nicht die salzige Mischung, wie einige wollen, sondern die Kälte des Sommerwassers den Grasungen schädlich ist.

§. 372. Eben so wenig werde ich im Stande seyn zu berichten, warum man einige Deiche Kay- oder Kajedeiche heiße. Dieser Kaydeich ist indessen ein Vordeich, den man an der See aufwirft, daß nicht die tägliche Ebbe und Fluth die Arbeiter von der Verfertigung, oder auch nur von der Ergänzung und Verbesserung der Hauptdeiche und anderer Landarbeiten fortjage. Die Erde wird aus einem Graben hinter dem Kaydeiche ausgestochen, der nachmals zu Ableitung des hier und da zusammen gelaufenen Wassers dienet, und was etwa zu seiner Auffuhrung noch fehlet, kann auf der auswendigen Seite genommen werden. Um der Stürme willen wird er einige Fuß höher angelegt, als die Fläche der gewöhnlichen Springfluth. Seine Kappe ist breit genug, wenn sie zwey bis drey Fuß misset, das äußere Doßement verhält sich zur Höhe wie $\frac{1}{2}$: 1, und die Ausladung des innern ist der Höhe gleich, auch kann er sich an einer Berme von 3 bis 4 Fuß begnügen lassen, und endlich wird er gegen den Wellenschlag mit Soden bedecket. Es vertritt also der Kaydeich die Stelle des Hauptdeiches so lang, bis dieser fertig geworden: nachmals läßt man ihn wieder eingehen, oder bedienet sich desselben als eines Schlickfängers, in welchen man hin und wieder einige Oeffnungen macht, durch welche das Wasser, wenn es geschlicket hat, gemächlich wieder ablaufen kann.

§. 373.

§. 373. Dem Nothdeiche geht es nicht besser, und beyde haben das gewöhnliche Schicksal alter abgenützter treuer Bedienten. Ein Nothdeich ist ein Damm, der vor eine gefährliche Stelle vorgezogen wird, damit das Wasser nicht durchbrechen, und die Arbeit verhindern könne. Ist die Noth vorbey, so reißet man ihn wieder weg. Es ist aber sehr nöthig, daß ein solcher Damm in Form eines Bogens geführt werde, damit der Druck des Wassers ihn zusammendränge, und desto mehr befestige. Ein geradelinigter oder gar einwärts gekrümmter Nothdeich, oder Fangdamm, beurlaubet sich insgemein vor der Zeit. Zwischen Kay- und Nothdeichen ist zwar in Ansehung der Absicht wenig Unterschied, desto mehr aber in Ansehung der Gestalt, der Nothdeich ist kurz, und decket nur die gefährliche Stelle, der Kaydeich hingegen beobachtet die Linie des Hauptdeiches in einer parallelen Entfernung: der Kaydeich hat Graben und Berme, der Nothdeich nicht: der Kaydeich wird bekleidet, der Nothdeich steht bloß, oder wird mit Pfahlwerken verstärket. Wenn ein Nothdeich um eine Brake oder Kolk herumgeführt wird, und sich an den Hauptdeich wieder anschließt, den Austritt des aus dem Grunde hinter dem Deiche hervorbrechenden Drängwassers zu verhüten; so wird eine solche Umdeichung von einigen ein Deichschloß genennet, andere nennen sie einen Qualmdeich.

§. 374. Der Binnendeich ist ein Landdeich, welcher hinter dem Hauptdeiche hingestellt wird, entweder zu hindern, daß die auf dem Deichbruch erfolgende Ergießung des Wassers nicht zu weit ins Land hinein sich erstrecke, um welcher Ursache willen er insgemein zwischen zwo Anhöhen angelegt

wird, um theils solche zusammen zu ketten, theils den Auflauf des Schnee- und Regengewassers abzuweisen, daß es nicht sich in die niedrigen Gegenden des Marschlandes hineinstürze, und eine Ueberschwemmung hinter dem Hauptdeiche veranlasse. Man könnte sie also überhaupt als Deiche erklären, die man führet, Ueberschwemmungen hinter dem Hauptdeiche abzuwenden. Wenn man hin und wieder sich um der Lage willen nicht sonderlich auf den Hauptdeich verlassen kann, so legt man rechts und links der furchtbaren Stelle zween Binnendeiche an, und schließet sie sowohl an den Hauptdeich, als an die nächste Anhöhe, nnd wenn solche nicht vorhanden, so wirft man einen Queerdeich vor. Geht denn der Hauptdeich zu Grunde; so wird weiter nichts als das Feld zwischen den Binnendeichen überschwemmet. Man kann sich mit großem Vortheile hiezu der Schlafdeiche bedienen.

§. 375. In der Deichsprache, die mit der Weidemannischen viel ähnliches hat, nennet man das Vorland den Groden, und Grodendeiche sind solche, die ein so hohes Vorland besitzen, daß nur bey hohen Fluthen erst das Wasser denselben bespühlet. Die Gefahr, welcher diese Gattung von Grodendeichen ausgesetzt sind, ist nicht so groß als bey denen, so beständig in Wasser liegen, und täglich von Ebbe und Fluth besuchet werden, auch verursachet ihre Erhaltung und Verstärkung wenigere Unkosten, indem zur trocknen Zeit nach einander fort die Arbeit vor sich geht, ohne von dem Anlaufe des Vorwassers gestört zu werden, man kann daher ohne Kaydeiche vorzuwerfen, sich mit ihnen beschäftigen. Von der Art sind die meisten Stromdeiche. Es ist wahr, diese kämpfen oft ganze Mo-

nate hindurch mit Fluthen, aber sie haben nachgehends wieder Zeit abzutrocknen, und sich wieder ergänzen zu lassen.

§. 376. Auch führet diesen Namen eine andere Gattung, die man eigentlicher Ueberlaufsdeiche nennen sollte. Es sind dieses solche, welche oben in der Kappe eine mit Fleiß angelegte Lücke besitzen, um das Wasser einer sich stauenden Fluth gutwillig in das Land eintreten zu lassen, und der Auffschwellung Luft zu verschaffen. Es sind aber bey Anlegung eines solchen Deiches so viel Umstände in Erwägung zu ziehen, daß ich nicht weis, ob man zu diesem Kunststücke rathen könne. Man legt sie an, einer aufgeschwollenen Fluth Luft zu machen, besonders bey starken Eisstopfungen, und also muß hinter dem Deiche eine Gegend seyn, die ohne Schaden überschwemmet werden kann, deren mögen sich so viele eben nicht anbieten: es muß diese Gegend so geraumig seyn, daß durch den erfolgenden Ablauf die Fluth vor dem Deiche wirklich sich erniedrige, welches bey großen Strömen und bey Seefluthen ganz gewiß nicht erfolgen wird. Wo soll man das Meer abzapfen? wo will man Ströme hinschicken, die in einer Sekunde 10 bis 100tausend Kubikfuß Wasser liefern? Also kann man sich nur bey Mittelflüßen auf diese Art helfen. Endlich so muß diese Gegend irgend wohin das Wasser wieder fortschicken können, sonst wird man der Ueberschwemmung nicht wieder los. Nun legt man zwar dergleichen Ueberläufe da an, wo sich das Binnenland sehr erhebet, giebt ihnen auch das stärkste inwendige Doßement, allein das einstürzende Gewässer erweitert die Gußlücke, und reißt gleichwohl alles mit sich fort. Ueberdem,

will man zuweilen die Wiesen hinter dem Deiche mit fetten Fluthwasser tränken und düngen, oder sind hinter dem Deiche solche Landtiefen, daß man zu besorgen hat, die Fluth und Eisstopfung möchten den Deich über den Haufen werfen, wenn man nicht Wasser zum Gegengewicht in die Landtiefe hinein laufen ließe; so wird es wohl am schicklichsten seyn, daselbst Sielen anzulegen, welche auf eine sichere Art uns unsern Wunsch gewähren. Ich, meines Theils, würde diese Gattung von Grodendeichen ganz und gar verwerfen, und dergleichen stark doßirte Grodenlücken lieber den Sommerdeichen empfehlen, damit nicht die Winterfluth sich über die ganze Kappe wie mit einem Sturm herüberwälze. Von Schlickdeichen ist bereits im Kapitel von Anhägerungen gehandelt worden, sie können also hier mit Stillschweigen übergangen werden.

§. 377. Bey Anzeigung dieser verschiedenen Deichgattungen ist es mir nicht sowohl um den Begriff zu thun gewesen, den man sich von denselben zu machen hat, als vielmehr den Nutzen der Deiche zu zeigen, und was das für Umstände sind, die uns nöthigen Deiche zu bauen, zugleich aber auch zu berichten, was die Deiche für eine Gestalt haben müssen, wenn sie die gehoften Wirkungen versprechen sollen.

§. 378. Nunmehr wird unsere Aufmersamkeit mit der Deichlinie sich zu beschäftigen haben. Durch die Deichlinie verstehe ich diejenige, nach welcher der Deich, und zwar ins besondere der Hauptdeich, der Länge nach aufgeführt werden muß, das Land gegen Ueberschwemmungen zu schützen. Bevor man das geringste in der Berathschlagung bestim-

men darf, wird die zu bedeichende Gegend durch einen genauen Grundriß aufgenommen, auf welchem theils die Uferlinien, theils die Wassertiefe vor dem Ufer, theils die Anhöhen, und auch die Vertiefungen der Oberfläche des Erdbodens, mit allen Sümpfen, Kolken und abfließenden Gewässern auf das genaueste, nebst Bemerkung der Kompaßnadel, abgetragen worden. Dieser Grundriß wird auch die Lage der Wiesen, Aecker und Waldungen, sofern sie sich der Deichlinie nähern, andeuten, und wo besonders das Erdreich seine Lage gegen den Horizont ändert, da werden Profile nöthig seyn, damit man wissen könne, wie hoch sich dasselbe über die niedrigste Wasserhöhe erhebe. Auf eben diesen Profilen wird die Linie der observirten höchsten Ueberschwemmung gezogen, um zu wissen, wornach man sich mit der Höhe der Deiche zu richten habe. Eine solche Charte ist hinreichend die Deichlinie ausfindig zu machen.

§. 379. Hierauf verfügt man sich mit der Charte in der Hand zu den Gegenden hin, welche bedeichet werden sollen, untersuchet die Festigkeit des Bodens, und besichtiget mit besonderer Aufmerksamkeit die Schartufer, damit man wisse, ob tiefere Einrisse zu besorgen, ob man nicht durch vorgelegte Werke dem Abbruche Einhalt thun, oder ob man nicht auf eine oder die andere Art die Einbrüche wieder ergänzen, und die genäherte Stromtiefe ablenken könne. Denn wer wollte da einen Deich anlegen, wo man weis, daß im kurzen kein Land mehr vorhanden seyn dürfte?

§. 380. Hat man sich auf diese Art des Ufers versichert; so nimmt man die einwärts gebogenen Winkel der Uferlinie zuerst vor, bestimmt sowohl

in Ansehung der Wassertiefe, als auch der zum Deiche erforderlichen Erde, die Breite des Vorlandes, oder den Abstand des Deiches vom Wasser. Auf der Charte werden diese Punkte mit geraden Linien zusammengezogen, alsdann so hat man vors erste die möglichst kürzeste, und daher möglichst wohlfeilste Deichlinie ausfindig gemacht. Denn je kürzer die Deichlinie ist, desto wenigere Unkosten werden zur Auffschüttung erfordert. Auch ist es nothwendig, daß man von den am meisten einwärts gebogenen Ufern so weit mit seinem Deiche entfernt bleiben müsse, als die Sicherheit und die allemal vor dem Deiche auszugrabende erforderliche Erde solches erheischet.

§. 381. Diese Deichlinie wird endlich nach folgenden Regeln verbessert und berichtiget:

1. Alle Kolke, Moräste und Grundwasser müssen so viel, als es die übrigen Umstände erlauben, vor dem Deiche liegen bleiben, folglich wird diese Linie hin und wieder landwärts zurück zu ziehen seyn.

2. Sollte aber zum Nachtheile der Eigenthümer zu vieles fruchtbares Land bey stark hervorspringenden Ufern unbrauchbar werden, und der zu erwartende Nutzen des Groden übertreffe die Bau- und Unterhaltungskosten des Deiches; so wird die Deichlinie daselbst vorgerücket, wobey man den Lehrsatz der Geometrie nicht zu vergessen hat, daß die Zirkellinie, und nächst der Zirkellinie das Quadrat unter allen Figuren mit der kürzesten Linie die möglichst größte Fläche in sich schließen. Man hüte sich also für gar zu spitzig hervorspringende Winkel, weil selbige bey größeren Unkosten weniger Land bedeichen.

3. Alle Aecker und Wälder bleiben hinter der Deichlinie liegen, weil jene keine Ueberschwemmung vertragen können, und diese mit ihren ausgerotteten Bäumen und Wurzeln ein sehr unsicheres Mayfeld geben würden, zumal wenn die zurückgebliebenen Wurzeln nachmals verfaulen.

4. Kein Deich muß hinterwärts abschüßiges Land haben, zumal wenn er sich hohen Ueberschwemmungen widersetzen soll, kann man ihn daher an einem sich erhebenden Grundboden anlegen; so ist dieser der stärkste Kontrefort, und das Wasser müßte ihn bergan schieben, wenn er ausweichen sollte, da er sich denn mit seiner Last gegen diese Gewalt sträuben würde. Es schadet nichts, wenn man, um diesen Vortheil mitzunehmen, die Deichlinie besonders an süßen Wässern, deren Uebertritt dem Wiesenwachse eben nicht so sehr schädlich ist, um einige Ruthen zurück ziehen müßte.

5. Endlich hat man auf Grund und Boden zu sehen, und wenn derselbe nicht fähig ist, die Last des Deiches zu ertragen, so beugt man, so gut man kann, rechts oder links aus; wo nicht; so sieht man sich genöthiget, den Deich auf einer oder der andern Seite, zuweilen gar auf beyden Seiten, mit Holzungen einzufassen, damit der Grund unter dem Deiche nicht ausweiche.

6. Wenn ein Strom auf der gegenüber stehenden Seite auch bewallet wäre, oder bewallet werden sollte, oder Anhöhen hätte; so hat man sich zu hüten, daß man auch jenen Deichen nicht zu nahe komme, und Deichengen veranlasse, wo sich das Eis nur gar zu gerne stopfet, und die gefährlichsten Deichbrüche veranlasset. Welche Behutsamkeit aber nur bey Anlegung der Stromdeiche zu

beobachten ist, an der See ist das Gegenufer weit genug entlegen.

§. 382. Bey Abzeichnung der Linie eines Seedeiches sind wenigere Punkte zu beobachten. Der Strandbewohner will durch dieses Festungswerk sein Land, seine Wohnung und sein Leben retten, daß dieses alles nicht von einer unaufhaltbaren Sturmfluth verschlungen werde, und in so fern könnte es ihm gleichviel seyn, nach was für einer Linie sein Deich gezogen würde, wenn er nur hinter demselben trocken und sicher dem Sturme zusehen kann. Weil aber seine Deiche wegen ihrer Größe und Stärke ihm sehr kostbar und in der Erhaltung sehr beschwerlich fallen, indem die auf den Bau verwandten Unkosten wie ein verlornes Kapital anzusehen, davon man noch dazu hinterher die Interessen abzugeben hat, soll anders das Werk im Bau und besserlichen Zustande erhalten werden; so sucht er sich wieder durch Nutzung des bedeichten Landes schadlos zu halten. Folglich hat man bey Ziehung einer Seedeichlinie vornehmlich dahin zu sehen, daß man mit einer möglichst kürzesten Linie, die möglichst größte Fläche einschließe. Denn wo das Seewasser hinspülen kann, wächst kein Gras. Das zweite Augenmerk ist die Streichlinie des gewöhnlich heftigsten Sturms, ungern setzt man eine gerade, und noch ungerner eine einwärts gebogene Linie diesem Sturme senkrecht entgegen, man weicht so viel, als es die Lage des Vorlandes leiden will, von dieser Linie ab, und wo man schlechterdings dem Hauptsturme die Spitze bieten muß, beugt man nicht nur die Deichlinie in einen auswärts gehenden Bogen, daß er wie ein Gewölbbogen dem Stoße der Fluthen sich widersetze; sondern man

giebt

giebt ihm auch die stärkste Abdachung, und sieht sorgfältig dahin, das Vorland durch Buhnen zum Anwachse zu bringen. Dieses sind die beyden Hauptregeln, denen man bey Absteckung der Seedeichlinien zu folgen pflegt.

§. 383. Jedermann wird ohne mein Erinnern einsehen, daß neu angewachsenes Land nicht eher bedeichet werden müsse, als bis sein Ertrag das Interesse nicht nur von den Deichkosten, sondern auch dem Erhaltungs Aufwande mit einigem befriedigenden Ueberschusse abwirft. Wer wollte einer Arbeit sich unterziehen, wovon man mehr Schaden als Vortheil zu gewärtigen hat? Man begeht einen Raub, wenn man dasjenige, was ein Buch vorzügliches besitzet, in sein Werk überträgt, sonst würde ich aus dem sehr schätzbaren Werke des seligen Brahms seiner **Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst**, das VI. Kapitel des Anhangs, so von der Eindeichung des neu angewachsenen Landes handelt, ganz hersetzen müssen. Daselbst ist eine vollständige Anweisung, wie man bey Vergleichung der Baukosten mit der Nutzung des neuen Landes zu rechnen habe. Dieses einzige will ich aber bemerken, daß man in Ostfriesland den Werth einer Ruthe des bedeichten Landes auf 1 Thl. und des unbedeichten auf ½ Thl. bestimmet, und überhaupt so rechnet: wenn eine Deichlinie von so und so viel Ruthen im Längenmaaße, so und so viel Quadratruthen Land einschließt; so könnet ihr auf eine Ruthe Deichlinie, so und so viel Quadratruthen Land rechnen. Nun würde in der zu bedeichenden Gegend eine Ruthe Deich so und so viel Thaler kosten. Da fragt es sich: wie verhält sich dagegen der Werth des gewonnenen Landes?

Ist der letztere geringer, so stehe man von der Bewallung ab; ist er größer, so hat man Grund sich dazu zu entschließen. Z. E. Auf jede Ruthe Deiches wären 6 Quadratruthen Landes zu rechnen, weil eine Ruthe unbedeichten Landes $\frac{1}{6}$ und des bedeichten 1 Thl. werth ist; so geschieht durch den Deich eine Verbesserung von $\frac{5}{6}$ Thl. Also wären diese 63 Quadratruthen künftig $^{3}\frac{1}{6}^{3}$ Thl. oder $52\frac{1}{2}$ Thl. werth. Gesetzt aber, es koste eine Ruthe Deiches 60 Thl. so ist die Antwort da, daß es noch nicht Zeit sey diesen Anwuchs zu bedeichen. Auf diese einfache Art wird man sich in den mehresten Fällen zurecht finden können.

Anmerk. Weil der Werth des menschlichen Lebens gegen Land und Gräserey gerechnet unendlich ist; so ist diese Nutzungsrechnung nur da anzubringen, wo nur um Vermehrung der häuslichen Einkünfte gedeichet wird; wo aber allein der Untergang von Land, Vieh, und Menschen durch einen Deich verhütet werden soll, da sieht man bloß auf die beste Lage des Deiches in Ansehung seiner Stärke und Erhaltung, und giebt alles den Wellen Preis, was dieser Abbruch thut. Ist es nun möglich, und dieses trägt sich sehr oft zu, beyde Endzwecke zugleich zu erreichen; so hat man doch allemal die Befehle der Noth, den Rathgebungen des Nutzens weit vorzuziehen, so oft ein Endzweck dem andern widerspricht.

§. 384. Von der Deichlinie gelangen wir zum Bestecke. Ein Deichbesteck ist eigentlich die Bestimmung des Profils, welches der Deich nach Maaßgebung desjenigen Orts, wo er sich hinlagern soll, besitzen muß. So oft sich nun die Fläche des Mayfeldes erhebet, oder erniedriget, oder

die

die Richtung gegen Strom und Sturm sich ändert; so oft muß auch das Besteck verschiedentlich ausfallen. Man sieht auf der Deichcharte die Linie der höchsten Fluth und zugleich die Erniedrigung der Erdfläche unter derselben, dieser Satz bestimmet, die an jedem Orte nöthige Höhe des Deichprofils. §. 376. Zu dieser Höhe muß hinzugethan werden, nicht nur die Hervorragung der Kappe über die höchste Fluth, welche insgemein 2 Fuß beträgt, ich nehme aber zur höchsten Fluth nicht so wohl den Wasserspiegel, als vielmehr die gewöhnliche Wellenhöhe an: sondern auch, wie viel vom Lager des Deiches, das ist vom Mayfelde ausgestochen werden muß, um dem Deiche einen haltbaren reinen Grund, mit dem er sich verbinden soll, zu verschaffen, und wie viel die daselbst vorräthige Erdart bey der Austrocknung schwinde. Also wäre denn die Höhe des Deiches an jedem Orte der Deichlinie bestimmt worden.

§. 385. Es folgt die Breite der Kappe. Hier fragt es sich mehr, wozu man sich der Kappe zu bedienen habe? als wie stark sie seyn müsse, dem Drucke des Wassers zu widerstehen. Will man auf der Kappe nur reiten und gehen, so kann man sich bey niedrigen Deichen, das ist, die nicht über 6 Fuß Höhe besitzen, mit einer Breite von 4 bis 6 Fuß abfinden lassen; aber bey höhern Deichen, wo man theils um der Passage willen, theils zur Zeit der Noth mit Wagen auf der Kappe fahren soll, ist eine Kappenbreite anzuordnen, auf welcher zween landübliche Wagen sich begegnen, und einander ausweichen können.

§. 386. Die Abdachung auf der Wasserseite richtet sich nach der Beschaffenheit der Deicherde

und Gewalt des Wassers, und ist nie über 6 Fuß, nie unter 2 Fuß gegen jeden Fuß Höhe anzugeben. Die Festigkeit oder Lockerheit der Deicherde, und der Stoß des Wassers bestimmen also diejenige Ausladung, so zwischen diesen beyden äußersten Gränzen zu wählen seyn wird.

§. 387. Die innere Abdachung bleibt wie 1 : 1, und bey lockerer Erde wie 1 : 1 $\frac{1}{2}$. Fände man für nöthig den Deich hinterwärts zu verstärken; so erspart man Unkosten, wenn man ein gutes Banquet, wie oben gemeldet worden, nach Fig. 78. anbringet. Jedoch dieses alles gilt nur vom Hauptdeiche. Die übrigen Deicharten erwarten die Bestimmung ihrer Bestecke von den Endzwecken, um derentwillen sie da seyn sollen.

§. 388. Hat dann der Plan Beyfall gefunden; so erfolgt die Ausführung, wobey man sich fürnehmlich nach der Beschaffenheit der vorhandenen Deicherde umzusehen hat. Diejenige Erde besitzet alle Grade der Vollkommenheit, welche vorzüglich schwer ist, sich in ihren Theilen fest zusammen schließt, sehr langsam vom Wasser durchdrungen wird, und bey der Austrocknung wenig schwindet. Diese Eigenschaften trift man beysammen in der Thonerde an, wenn sie stark mit Sande untermengt ist. Noch mehr wird dieses erhellen, wenn wir die übrigen Erdarten nach ihrer Schicklichkeit zu Werken von dieser Art beurtheilen. Grober Sand läßt sowohl als Torf und Morast das Wasser wie durch ein Sieb laufen, und beyde schicken sich ganz und gar nicht zum Deichen. Der gelbe Leimen wird gar zu leicht im Wasser aufgelöset, ob er gleich dasselbe nicht so bald durchfließen läßt, über dem hält er die Nässe sehr lang an sich, begrü-

grünet nicht, und ist sehr mürbe. Die Thon- oder Lettigerde ist schwerer wie Leimen, ist nicht so mürbe, bindet stärker, ist auch zäher, läßt das Wasser nicht durchfließen, aber sie schwindet sehr, und wenn nicht hin und wieder Lücken und Höhlungen bleiben sollen; so muß sie wohl gar gestampft werden. Der feine Sand ist schwerer als Kleyerde, schwindet nicht, aber seine Theile hangen wenig zusammen, und begrünet sich so nicht, wie die Kleyerde. Hieraus folgt nun, daß eine gute Kleyerde mit Sand gemischt die brauchbarste und festeste Deichmasse abgebe, welche zugleich wenigere Dosirung nöthig hat, als alle übrige Gattungen von Erde.

§. 389. Die Schwindung ist besonders zu untersuchen, ehe man zu Verfertigung des Bauanschlages schreiten darf. Alle Erdarten schwinden um so viel mehr, je feiner ihre Theile sind. Denn wenn das Wasser abgedämpft ist, so ziehen sich die Theile enger zusammen, je feiner dann diese sind, desto tiefer schließen sie sich in die Zwischenräume ein, der formirte Körper wird dichter und kleiner. Wie viel aber jede Sorte durch die Schwindung von ihrer Größe verliere, läßt sich am sichersten beurtheilen, wenn man sich von starkem eisernen Bleche einen unten und oben offenen Kubum verfertigen läßt, selbigen in die Erde hineinstößt, die überflüßige Erde mit einem übergespannten Drate oben und unten abschneidet, den Körper hinsetzet, und trocken werden läßt. Nach der Austrocknung misset man eine Seite, kubiret und vergleichet sie mit der Größe der noch feuchten Masse; so kann man finden, wie viel Kubikzoll von einem Kubikfuße durch die Schwindung abgehen. Der Deich

schwindet nie in der Länge, wohl aber in der Höhe. Denn seine Last dehnet ihn seitwärts aus, welches aber die Rechnung nicht ändert, sintemal um dieser Ausdehnung willen die Höhe desto merklicher abnimmt. Recht sicher zu gehen, schließet so: ein Kubikfuß schwindet um so viel Zolle, also werden so viel tausend Kubikfuß so viel durch die Eintrocknung verlieren. Alsdenn häuft man den Deich auf, so hoch er werden will; in kurzen hat er sich bis zur Besteckhöhe erniedriget.

Anmerk. Bey lockerm und mürben Grunde findet diese Rechnung gar nicht statt, weil sich der Deich durch seine Schwere zu sehr in den Boden eindrückt. Da schüttet man so lang auf, bis das Werk seine besteckmäßige Höhe erlangt hat, und giebt auf jede Fußhöhe einen Zoll für die Schwindung zu. Man wird bey solchem Falle Mitleiden mit dem Deichbaumeister haben, wenn sein Bauanschlag nicht zutrift, weil er unmöglich wissen können, wie tief der Deich den Grund eindrücken werde, zumal wenn er in einer noch nicht versuchten Gegend arbeitet. Beyspiele sind so rar eben nicht, welche die Unsicherheit des Grundes beweisen. Brahms meldet einen Fall, da man bey einem ausweichenden Grunde gerade noch einmal so viel Erde auffahren müssen, als der stereometrische Inhalt des Deichkörpers erforderte, ehe der Deich seine besteckmäßige Höhe erreichen konnte. Man bemerket überhaupt, daß Deiche sich senken, die Schwindung der Deichmasse trägt dazu vieles bey, aber gewiß noch mehr der unter einer so großen Last sich zusammendruckende und ausweichende Grund. Würde die Grundfläche dieses prismatisch pyramida-

lischen

lischen Körpers nicht so breit seyn, als sie nothwendig seyn muß; so würden diese ungeheuere Lasten noch tiefer in den Grundboden sich versenken. Das schlimmste bey diesem Unternehmen ist dieses, daß man nicht vorher wissen kann, um wie viel Fuß sich ein Deich auf einem noch nie bedeichten Grundboden senken wolle. Es ist nur wahrscheinlich, daß er sich auf einem harten Boden wenig, und auf einem weichen sehr erniedrigen werde. Um nicht am Ende mit den Baukosten zu kurz zu kommen, sieht man sich bey Zeiten nach solchen Stellen um, wo man im Nothfalle Vorrath von Erde in der Nähe haben kann, und treibt die Arbeiter zum verdoppelten Fleiße an. Wir wollen bey dieser Ungewißheit uns überhaupt folgende Regel merken. Zu Aufführung eines solchen Deiches muß allemal mehr Erde vorhanden seyn, als nöthig ist, und die Arbeiter müssen allemal in einem Tage mehr Erde herbeyschaffen können, als wirklich herbeyzuschaffen nöthig wäre, wenn alles übrige seine Richtigkeit hätte.

§. 390. Wer einen Bauanschlag verfertigen will, wird nicht nur den körperlichen Inhalt des Deichkörpers zu berechnen haben, und anzeigen, wie viel Kubikfuß Erde, die Schwindung und Versenkung mit eingerechnet, nöthig sind, denselben aufzuführen, und daraus die Anzahl der Arbeiter, ihren Lohn, nebst den Unkosten der Geräthschaften, der Schippen, der Karren, der Bretter zu Deichbrücken ꝛc. zu bestimmen wissen; sondern er muß auch auf die auszufüllenden Gruben und Wasserrisse neben dem Deiche sein Augenmerk richten. Oft sind die Ufer hin und wieder durch Packwerke, Hol-

zungen und Buhnen zu verwahren, auch diese Unkosten gehören mit zum Deichanschlange. Der zum Glück nur zuweilen nöthige Kaydeich, welcher die Arbeit an Seedeichen für Ebbe und Fluth beschirmen soll, erfordert auch ganz ansehnliche Ausgaben, und die Sielen, nebst andern Vorkehrungen das Binnenwasser abzuleiten, vergrößern den Aufwand mit ganzen Summen. Den Beschluß des Anschlages macht die Deichbedeckung, davon bald gehandelt werden soll.

§. 391. Die Nothwendigkeit des Deiches ist entschieden, die möglichst vortheilhafteste Deichlinie ist gezogen, die Deichbestecke sind den Umständen des Orts gemäß befunden, die Anschläge sind überreicht, untersucht, und genehm gehalten worden, man hat sich endlich entschlossen den Deichbau vorzunehmen. Was ist nun noch übrig? nichts, als eine kurze Anweisung, wie man sich bey Ausführung eines so wichtigen Werkes zu verhalten habe. Ob gleich dieser Unterricht eigentlich für den Entrepreneur gehöret; so ist es doch nöthig zu wissen, ob derselbe seine Sachen klüglich anfange, sonst geht er am Ende davon, läßt die Arbeit liegen, oder geht gar zu Grunde. Das erste, was dabey zu bedenken ist, betrift die Zeit, wenn die Arbeit fertig seyn soll, und darnach richtet sich die Menge der anzusetzenden Arbeiter. Bey großen und weitläuftigen Bedeichungen hat man oft Jahr und Tag auf die Vorbereitungen zu verwenden, hier muß das Ufer befestigt, dort vor Anwachs gesorgt, und anderswo Erdlücken zugefüllt, dort vor die Ableitung des Binnenwassers Rath geschaft, und wohl gar zuvor erst ein Kaydeich aufgeführt werden. Die Besorgung der Geräthschaf-

ten

ten und über das alles die Herbeyschaffung der nöthigen Geldsummen, veranlassen vielen Zeitverlust. Man hat viel gethan, wenn bey Anbruch des Frühjahres keine Hindernisse mehr vorhanden sind, welche die Ausführung des Vorhabens verzögern, oder wohl gar unterbrechen könnten. Auf die Aerndte hat man auch Rücksicht zu nehmen, diese ruft viele Arbeiter vom Platze ab, und mit wenigen läßt sich auch wenig ausrichten. Billig sollte gegen die Aerndtezeit der Deich bis zur Bekleidung fertig werden, als welche am füglichsten in der Herbstzeit vorgenommen wird. Nicht zu gedenken, daß ein vor der Aerndte aufgeführter Deich nachmals Zeit gewinnet sich zu setzen, ehe die Winterfluthen seine Stärke probiren.

§. 392. Bey einem lockern und ausweichenden Grunde und einer feuchten Deicherde aber ist es nicht einmal gut einen Deich in einem Jahre zu vollenden, zumal wenn vieler Regen fällt, wo alles wieder aus einander fließt, was man aufgefahren hat. Da ist nichts rathsamer, als nur einen Theil des Deiches zu verfertigen, damit er sich senken, und von Grund aus nach und nach austrocknen könne. Bey Seedeichen füllen sich unterdessen die Deichgruben, aus welchen die Deicherde ausgestochen worden, zum Theil wieder mit neuer Erde an, welches der künftigen Arbeit gar sehr zu statten kömmt. Wo aber ein fester Deichgrund vorhanden, die Witterung trocken bleibt, und die Gefahr der Ueberschwemmung sehr groß ist, da geht es an, oder vielmehr, es muß angehen, die Deichlinie in einem Jahre zu vollenden.

§. 393. Also soll denn mit dem Werke der Anfang gemacht werden. Wohlan! so stecht das

Mayfeld oder das Lager des Deiches aus, die Soden oder Rasen, wenn dergleichen vorhanden, werden abgedeckt, und bis zur Bekleidung des Deiches verwahrlich hingelegt, das entblößte Erdreich wird auf einen guten Spadenstich oder einen Fuß tief umgegraben, damit sich die Füllerde desto besser mit dem mürben Grunde verbinde. Wird diese Vorschrift nicht beobachtet; so zieht sich das Wasser theils durch die vermoderten Gräsereyen wie durch einen Schwamm hindurch, theils aber findet es seinen Weg zwischen dem Deichfuße und Lagergrunde, weil beydes sich nicht genau mit einander verbunden hat. Dieses Lager ist jederzeit so breit, als die Summe der Kappenbreite und der Grundlinien beyder Doßirungen zusammen genommen.

Tab. XV. Fig. 79.

§. 394. Nunmehr werden den Arbeitern die Gegenden angewiesen, wo sie die Füllerde bernehmen sollen. Weil die Füllung immer kostbarer wird, je höher der Deich heranwächst; so wird die Klugheit dem Entrepreneur eingeben, die am weitesten entfernte Erde zuerst anfahren zu lassen, damit nicht nachmals Schwierigkeit zu Schwierigkeit komme. Wenn nun Inseln oder nahe Hügel vorhanden, welche abgetragen werden sollen; so schaft man diese Erde auf Prahmen, und zu Lande auf Karren, so wohl Schub- als Pferdekarren, zuerst herbey, und fängt am Ende der innern Doßirung Fig. 79. bey e die Arbeit an, und schüttet Fläche auf Fläche, wie die Linien zwischen ecf solches nachweisen, bis der Deich fertig ist, indem man bey der äußern Doßirung aufhört. Die Ursache dieser Disposition der Ausfüllung ist keine andere, als diese: die Erde ist nicht durchgehends von einerley Güte, würde der Deich durch lauter Horizontalla-

tallagen aufgeschüttet werden, so könnte es geschehen, daß eine lockere Lage horizontal durch den Deich liefe, und daselbst ein Wasserdurchbruch entstünde, welches aber bey schregen Lagen vermieden wird, da die Lagen sich unter einander decken. Es versteht sich von selbst, daß große Steine und Baumwurzeln vorher von Grund aus vom Deichlager und Mayfelde weggeschaft werden müssen, indem sonst sehr nachtheilige Höhlungen durch Senkung der Steine und Verfaulung der Wurzeln und Stubben entstehen würden.

§. 395. Hat das entfernteste Erdreich seinen Tribut an den Deich abgegeben; so kommt die Reihe an die Deichgruben, die auch wohl Pütten genennet werden. Diese werden dergestalt abgesteckt und angewiesen, daß einmal vor dem Deiche eine unberührte Berme oder Absatz von wenigstens 3 bis 12 Ruthen Breite, je nachdem der Deich hoch ist, stehen bleibe; zweitens alle 10 Ruthen zwischen den Deichgruben ein Steg übrig bleibe, welcher sie von einander trennet, theils um des Auskarrens willen, theils damit nicht eine offene Wasserlake vor dem Deiche entstehe; drittens, so muß auch Erde zwischen dem Wasser, es sey nun See oder Strom und den Deichgruben übrig bleiben, die Gewalt der Wellen gleich anfangs in etwas zu hemmen, und nachmals zu verhüten, daß das Wasser den mitgebrachten Schlick nicht wieder wegspüle, sondern die Deichgruben nach und nach wieder ausfülle und aufschlicke. Es ist offenbar, daß man vorher die Länge, Breite und Tiefe der Deichgruben nach Proportion der benöthigten Füllerde zu berechnen, und nachzuforschen habe, wie tief die gute Deicherde sey, darnach denn die Breite

und Länge der Gruben angeordnet wird. Ungern sticht man die Erde hinter dem Deiche aus, Grundbrüche zu verhüten: muß es aber also seyn, so erwählet die höchsten Gegenden, und lasset nie über zwey Fuß tief ausgraben, jedoch so, daß noch eine innere Berme dem Deiche übrig bleibe. Vielleicht kann man durch Einlassung des trüben Fluthwassers auch die innern Deichgruben nach und nach wieder aufschlicken. Eine kostbare und mißliche Sache! Kostbar ist sie um der erforderlichen Siele willen; gefährlich, wenn ein solcher Siel schadhaft werden sollte.

1te Anmerk. Bey starken Regengüssen muß man mit der Deicharbeit aufhören, sonst fließet eben so viel wieder weg, als man auftragen will, und die in Klumpen zusammen geballte Erde giebt keine feste Masse. Ueberdem werden die Arbeiter unwillig, und beurlauben sich von selbst.

2te Anmerk Das Besteck dem Deiche zu geben, werden Stangen aufgerichtet, und Stricke an denselben befestiget, durch deren Anspannung die Abdachung gemessen werden kann.

§. 396. Eine der betrübtesten Zufälligkeiten ist der Mangel an guter Deicherde. Sand genug, aber wenig Deicherde giebt es besonders an der Spree, Havel, und auch hin und wieder an der Elbe. Eine sandige Meerküste ist gerade eben so schlimm daran, als ein sandiges Stromufer, nur kann man sich daselbst noch mit der Breite der Kappe und einer stärkern Abdachung helfen, weil die Fluth bald den Deich wieder verläßt. Aber Flußdeiche von lauter klarem Sande sind so gut wie gar keine, nach wenig Tagen, wenn es nur noch einmal so lang währet, dringet das Wasser durch,

und

und steht hinter denenselben so hoch, als vor den Deichen. Weil doch aber immer hier und da einiges gutes Erdreich ausgemittelt werden kann; so pflegt in einigen Deichordnungen die Anweisung gegeben zu werden, daß man den innern Körper von Sande baue, und denselben zu beyden Seiten und oben gegen die Kappe zu mit guter Erde, wie mit einer Scheide überziehe. Die Gründe sind folgende: das lettige äußere Doßement hält lange Zeit das Gewässer ab, ehe es zum Sande gelangen kann, die Kappe hält den Regen ab, daß er sich nicht in den Sand ziehe; man weis, daß der stärkste Regen nicht tiefer als zwey Fuß in gutes Erdreich dringe, und die gefütterte innere Abdachung wird nicht so leicht zugeben, daß das endlich in den Sand eingezogene und eingedrungene Wasser hinter dem Deiche durchbreche. Diese Gründe sind sehr scheinbar. Bedenket aber auch, daß die Fluth durch die Grundfläche gar bald in den Sandkörper eindringe, und daher mitten im Deiche eben so hoch steige, als vor demselben, wie groß ist nun nicht die Gefahr, daß der flüßig gewordene Sand durch seine Last hinterwärts endlich durchbreche, und die innere Abdachung sprenge, welches zwar auf der Wasserseite durch den Gegendruck des Wassers verhütet wird.

§. 397. Vielleicht gefällt einigen folgender Vorschlag: bringet die gute Deicherde hinterwärts an, und den Sand vorwärts. Die bedeckte sandige Hälfte wird stark genug seyn, den Windstoß und Wellenschlag abzuhalten, und die gute Erde, weil sie einen undurchdringlichen desto dickern Körper ausmacht, wird den Deich für dem Durchfließen verwahren. Geht das vordere Doßement verloren;

loren; so kann solches viel leichter wieder hergestellt werden, als wenn man die Kappe aufbrechen, und den innern Raum wieder mit Sande ausfüllen muß. Endlich so wird der Deich eher wieder austrocknen, als ein nasser Sand, der aller Orten mit einem zähen und thonigten Erdreiche umschlossen ist.

§. 398. Endlich gelangen wir zu der Deichbedeckung. Ein unbedeckter Deich verschlimmert sich nicht nur durch Fluth und Wellenschlag, sondern auch selbst durch die Witterung von Jahr zu Jahr. Nasse Jahre spühlen die Erde ab, und waschen Kappe und Abdachung weg; trockene verwandeln die Oberfläche in Pulver, so vom Winde weggestöbert wird. Also ist eine Deichbedeckung nothwendig. Stromdeichen, deren Oberfläche mit Soden oder Rasen bedeckt werden kann, weil solche in süßen Wassern begrasen, und sich bewuchern, ist leicht zu helfen; aber warum will man sie nicht lieber mit Korbweiden bespicken? und ihnen durch eine solche Bepflanzung, die in den ersten Jahren nieder geknicket werden kann, einen unüberwindlichen Panzer anlegen? Zu geschweigen der Faschinenärndte, so man alle drey Jahr an solchen Deichen vorräthig findet. Jenes, die Bekleidung mit Soden, sollte man thun, und dieses, die Bepflanzung mit Weidenreisern, nicht lassen.

§. 399. Mit Seedeichen hat es eine ganz andere Bewandniß, die Strandbewohner, man verdenke es ihnen nicht, wenn sie bey so vielem Elende, dem sie ausgesetzt sind, öffentlich um einen gesegneten Strand bitten, sind zu beklagen, daß das salzige Meerwasser weder Soden, noch den Anbau der Weidenreiser verstattet. Diese müssen kostba-

rere Mittel erwählen, dem Einsturze ihrer Deiche zuvor zu kommen. Einige beholzen den Deichfluß. Im Brahms findet man Tab. V. Fig. 53. eine solche Versohlung, aber in zwanzig Jahren hat die Witterung diese hölzerne Bekleidung wieder verzehret. Andere bepflastern den Deichfluß mit Steinen. Fig. 80. ist der Durchschnitt eines solchen Steindeiches vorstellig gemacht worden, ab ein Theil des obern Daches; cb der erste Stoß mit vorgeschlagenen Pfählen, bk und ci: und so der zweite Stoß cd, der dritte ed, bis endlich ef durch unordentlich vorgeworfene Steine den Beschluß macht. Brahms und Hunrichs ziehen diese Bedeckung der erstern vor, ob sie gleich kostbarer ist. Aber bey Stromdeichen würde man sehr übel dabey fahren. Diese verwandeln sich durch das langwierige Fluthwasser in Morast, alsdenn senken sich die Steine sehr unordentlich, die Erde wird weggespühlet, und die Bedeckung geht verloren. Hingegen die bald verschwindenden Seefluthen erlauben nicht nur dieses Mittel, sondern die stolzen Wellen brechen sich auf diesen Stufen, verlieren alle Gewalt den Deich zu beschädigen, und die Steine werden nicht so leicht von ihrem Grundlager verlassen, weil es nicht aufgelöset, und in Morast verwandelt wird. Tab. XV. Fig. 80.

§. 400. Sind nun keine Steine zu haben, oder diese Bepflasterung des Deichfußes fällt den Eigenthümern zu kostbar; so nehmen einige ihre Zuflucht zum Strohdache, welches von unsern ländlichen Strohdächern wenig verschieden ist, die Schefeln werden aufgedeckt, und mit Strohkrampen und Nadeln aufgeheftet. Dieser Bedeckung fehlt nichts als die Dauerhaftigkeit. Die Wellen brechen sich

auf dem Strohe noch leichter, als auf den reflektirenden Steinen, und ich an meinem Theile sollte fast glauben, daß man besser verführe, wenn man die Schefeln verkehrt auflegte, so, daß die Sturzenden aufwärts stünden, alsdenn würden sie Schlick fangen, und der Deich gar bald mit Stroh und Schlick überzogen werden. Stroh, welches von der Sonne nicht beschienen wird, vermodert nicht leicht. Schilf und getrocknete Seekräuter, deren man sich gleichfalls hin und wieder bedienet, noch weniger. Es kann aber leicht seyn, daß ich mich irre, und mein Vorschlag sich an gewissen Nebenumständen, die mir unbekannt geblieben, stoße. Wenigstens sollte man einmal einen Versuch von dieser Art machen. Andere geben sich diese Mühe nicht, sie bewerfen den Deich mit Stroh, bewaffnet mit Mist- und Heugabeln stoßen sie das Stroh in den Deich hinein, im kurzen sieht der Deich aus wie ein mit Stacheln gepanzertes Stachelschwein, und dann gehen sie davon, und erwarten die Fluth. Künstlich sieht diese Unordnung eben nicht aus, indessen giebt es viele, die damit zufrieden sind.

Anmerk. Man glaubt an der See, wir Strombewohner müßten umgekehrte Deiche anlegen, und das innere Doßement schreger machen, als das äußere. Daß wir zuweilen so deichen, ist leider wahr genug, wenn nun jene auf ihren Reisen diesen Unsinn erblicken, so können sie nicht anders denken, als wären wir ihre Antipoden. Das artigste ist, daß sie unsern Fehler mit einem Grunde gut heissen, auf welchen wir uns schwerlich besinnen könnten, wenn wir von unserm Versehen, sanfter kann ich diesen Irrthum

nicht ausdrücken, Rechenschaft geben sollten. Man glaubt, wir thäten solches, dem über die Kappe tretenden Gewässer einen gemächlichen Absturz zu verschaffen. Vielleicht denkt man auch, daß wir damit schlicken. Aber auch das vorige Jahr hat uns gelehret, was diese schöne Erfindung vor Kolke aushebe, und was vor Deichbrüche aus dieser Kunst entstehen. Meine Offenherzigkeit nöthiget mich, zur Warnung meiner Mitbürger es zu sagen, woher es komme, daß unsere Deiche, ich mag jetzt nicht wissen wo, diese seltsame Gestalt annehmen. Wir deichen, aber wir fragen wenig nach dem Vorlande. Wenn nun der Strom Schartufer macht, dann stürzet unsere äußere Abdachung ins Wasser, und der halbe Deich bleibt stehen. Unsere Stürme und Wellen sind nicht wüthend genug, daß sie solches nicht erlauben sollten. Wir sind auch nicht vorsichtig genug, daß wir uns um Deichbedeckungen sonderlich bemühen sollten. Will der Deich nicht von selbst begrünen, so mag er es bleiben lassen. Aber nun, damit nicht das Wasser durchbreche; so legen wir hinterwärts hohe Banquets an, und wenn dieses nicht hinreichet; so wird Banquet hinter Banquet gebauet, das erste wird endlich gar Kappe, das zweite und dritte innere Abdachung. So bekommen wir denn endlich so mächtige innere Abdachungen, welche der See widerstehen würden, wenn sie sich gelüsten ließe von hinten zu unsere Deiche in dem Rücken anzufallen. Und nun, warum ziehen wir nicht die Deichlinie zurück? Da verlören wir auf einmal zu viel Wiesewachs. Dafür ist es besser, daß wir durch die Klampen, so nennt

der Landmann die Banquets, immer hinterwärts zurück deichen, mit unsäglichen Unkosten nach und nach gleichwohl das Land verlieren, vorwärts einen gefährlichen Schartdeich immer behalten, bis durch einen glücklichen Zufall der Strom selbst uns nicht mehr haben will; da bekommen wir dann Vorland, und wissen nicht, wie? der Schartdeich bleibt nun unverbessert stehen, die Klampen auch. So geht es zu, daß unsere Deiche diese mehr als ovidianische Verwandelung auszustehen haben. Wenn dieses nun ein regelmäßiges Kunststück ist; so müssen wir billig denenjenigen Dank sagen, die uns so gütigst entschuldigen. Unsere Deichbaumeister sind unschuldig. Oft erlauben andere Umstände nicht, daß sie ihren Einsichten folgen könnten.

§. 401. Noch eins! wir ziehen hinter unsere Strombewallungen auch Gräben, weil wir diese Erde brauchen, die Bewallung zu Stande zu bringen, und niemand gern von seinen Ländereyen einige Spatenstiche verlieret. Zufälliger Weise haben wir davon Vortheile. Das durchseigende und aus dem Grunde hervorquellende Wasser findet, wenn es sich in den Graben gesammelt hat, seinen Abfluß, das Binnenwasser kann auch in diese Abzugsgräben geleitet werden, und da der Strom ein immerwährendes Gefäll beobachtet, welches bey dem Weltmeere ganz anders aussieht, (dort steht der Wasserspiegel rings um den Ufern horizontal); so finden wir endlich einen so niedrigen Ort, wo das Binnen- und Stauwasser wieder in den Strom eintreten kann. Eben dieses ist auch die Ursache, um derentwillen wir so wenig Siele und Schleusen in unsern Stromländern anzulegen nöthig haben.

Es ist wahr, wir genießen viele Vortheile, deren sich die Neptunen des Meeres nicht zu rühmen haben, allein wir haben auch Hindernisse und Feinde, die jenen nicht begegnen. Die Gesetze der Hydrostatik und Hydrotechnik sind allgemein, nicht aber ihre Anwendung. Man kann nicht fordern, daß ein Seebaumeister sich auf unsere Vortheile und Gefahr zu besinnen wisse, er wird bey uns in vielen Fällen große Unkosten anwenden zu Werken, die eines solchen Aufwands nicht bedürftig sind, hingegen da sparen, wo wir wider unsern Willen freygebig seyn müssen. Die Strombaumeister würden an der See sich dem Tadel aller Marschländer ausgesetzet sehen; es wäre denn, daß beyde Gelegenheit gehabt, sich an der See und Strömen genugsam zu üben. Dürfte ich aber über beyde Arten von Wasserarchitektur mein Urtheil fällen; so halte ich dafür, daß der Wasserbau an Strömen zwar nicht allemal so kostbar, aber viel schwieriger und künstlicher sey, wenigstens erfordert dieser mehr Einsicht in die Bewegungsgesetze flüßiger Körper, als der Seebau.

§. 402. Manches von demjenigen, was bisher abgehandelt worden, in ein helleres Licht zu setzen, wird Tab. XVI. Fig. 81. dienen. Hier ist ein Ufer zu bedeichen, welches in F einen Winkel macht, wo zwischen E und L sich ein Strom in die See ergießt, wo das Binnenwasser I durch den Deich abfließen soll, und wo wegen Ebbe und Fluth in der Gegend KLM ein Kaydeich aufzuwerfen ist, die Arbeit am Hauptdeiche ABC zu decken. Die Flächen aaa u. s. w. stellen Deichgruben vor, aus welchen die Deicherde genommen wird, und welche niemals so tief auszustechen sind, daß das Vor- Tab. XVI. Fig. 81.

wasser von unten herauf eintreten könnte. Weil der Strom sich nicht abweisen läßt; so sieht man sich gezwungen, selbigen zu beyden Seiten B C und E D mit der Deichlinie zu begleiten, so weit bis ein höheres Ufer die Ueberschwemmungen verhindern und abwehren kann. Das Binnenwasser I, es sammle sich nun von Regengüssen oder kleinern Quellen, wird bey G durch eine Deichschleuse oder Siel bey G mitten durch den Deich in das Vorwasser abgeleitet. Was das Profil Fig. 82. betrift; so ist n m o das Profil des Kaydeiches, p der äußere Graben, n seine Abdachung auf der Wasserseite, m die Kappe, o die innere Abdachung, q der innere Graben, h g der Durchschnitt der Deichgrube, g f die Berme des Hauptdeiches, f h die Abdachung auf der Wasserseite, f e ihre Grundlinie oder Ausladung, a b = e c, b d die innere Abdachung, c d die Ausladung derselben.

§. 403. Jährlich werden Deichschauen angestellt; dieses ist eine Feyerlichkeit, wo die Deichkommißion mit Zuziehung der Hauptinteressenten den Deich besichtiget, über dessen Beschaffenheit urtheilet, und die Verbesserung schadhaft gewordener Stellen anweiset. Wie nöthig ist eine wohl eingerichtete und abgewartete Deichschau! und wie nützlich ist sie, wenn kluge Maaßregeln ergriffen, und so fort ausgeführt werden! Ich werde Punkte hersetzen, worauf man bey einer solchen richterlichen Untersuchung zu sehen hat.

1. Ob der Deich aller Orten die gehörige Höhe und Kappenbreite habe? oder ob der Deich durch allerhand Vorfälle erniedriget, und der Gefahr überströmt zu werden unterworfen worden? Die Stromfluthen haben ihre Gefälle, also kann man

nicht durch die Wasserwage die schickliche Höhe bestimmen, man schlägt daher bey hohen Fluthen hin und wieder Pfähle ein, die man Pägel nennt, und bemerkt die Höhe der Fluth. Also lautet diese Frage bey der Deichschau folgender maßen: beobachtet die Kappe, die Pägelhöhe? und raget sie genugsam über dieselbe hervor? Die Antwort ist leicht zu finden.

2. Wie ist die innere und äußere Abdachung beschaffen? und wie die Bedeckung? Ein Deich, der die Abdachung verliert, heißt ein Schartdeich, und diese muß entweder wieder hergestellt werden, oder wofern dieses nicht mehr möglich ist, so deichet man zurück.

3. Hat der Deich das benöthigte Vorland? Aller Orten, wo auswärts Anwachs und ein begrüntes Vorland vorhanden, können zwar Kölke, aber keine Fluth und Ebbe haltende Braken (wenn es Seedeiche sind) zu entstehen seyn. Sind es aber Stromdeiche, so ist man für Verlust der äußern Doßirung und der Kappe gesichert.

4. Ob das Binnenland höher oder niedriger liege, als das Vorland? Liegt es höher; so wird der Deichfuß nichts zu befürchten haben; liegt es niedriger; so steht der Deich in Gefahr Grundwasser hinter sich zu bekommen, wodurch der Deichfuß von beyden Seiten erweicht wird, und sich währender Fluth senket.

5. Ob Kölke vor oder hinter dem Deiche vorhanden? Ob nicht einige ausgefüllt, andere mit einem Deichschlosse zu umringen sind? damit ihr Quellwasser sich nicht über das Land ergieße.

6. Ob man Schartufer ansichtig werde? was man für Mittel angewandt, dasselbe zu decken, oder

wieder zum Anwachse zu bringen? oder was zu diesem Behufe noch geschehen solle?

7. Wie die Sielen, wenn welche vorhanden, beschaffen sind? ob sie haltbar genug sind? daß sie nicht bey hoher Fluth ausreißen, und die gefährlichsten Deichbrüche nach sich ziehen?

8. Ob dasjenige, was bey der letzten Deichschau angeordnet worden, geschehen sey? und ob die Deichoffizianten aller Orten, nach Maßgebung ihrer Instruktion, verfahren?

9. Ob die Leute, so am Deiche wohnen, ihre Geräthschaften bey der Hand haben, und im Stande sind zur Zeit der Noth dem kämpfenden Deiche zu Hilfe zu kommen?

10. Ob man wachsam genug sey, Bieber, Ottern, Maulwürfe und Mäuse längst der Deichlinie auszurotten, damit sie nicht den Deich untergraben, und der Fluth den Weg zum Durchfluße eröffnen. Dieses alles wird in ein Protokoll gefaßt, nachmals wird darüber berathschlaget, und an einigen Orten wird so fort zur Ausführung geschritten, an andern aber geschieht das letztere nur dann und wann.

§. 404. Wir gelangen endlich zu den Vertheidigungsanstalten bey Fluth und Sturm, den Durchbruch und die Ueberströmung der Deiche zu verhüten. Um diese Zeit sieht es bey der Deichlinie nicht anders aus, als vor einer Festung, die auf einer Seite bestürmet, und auf der andern vertheidiget wird. Das Wasser stürmt, und der Deichbewohner sucht den Sturm abzuwehren. Die erste Gefahr zeiget sich an der innern Abdachung, wenn hin und wieder lecke Stellen entstehen, von denen das Wasser herabfließt. So lang dieses Wasser

hell

hell bleibt, hat es keine unmittelbare Gemeinschaft mit der Fluth, sondern es ist solches ein Zeichen, daß es durch gröbere Sandlagen durchgepreßt werde, wo es denn unterwegens sich vom Schlicke säubert. Diesem Unheile begegnet man, wenn frühzeitig genug gegengedeichet wird, diese Gegendeichung muß so stark seyn, daß die Last der Erde den wasserflüßigen Sand aufhalte, damit er nicht allmählig ausgemahlen werde, und im Deiche kein Loch entstehe.

§. 405. Ist aber der Durchfluß trüb; so hat das Wasser unmittelbar mit der Fluth Gemeinschaft Schießt es wie aus einem Zapfenloche; so sind die Mäuse an diesem Unglücke Schuld, die ihr hättet längst wegfangen, oder ausschwefeln, oder durch Giftkugeln vergiften sollen. Indessen ist das Loch da! Wohlan, so schneidet einen langen konischen Zapfen, dessen Durchmesser dreymal so groß ist als der Diameter des Loches, keilet es zu, und damit der Druck des Wassers den Ketl nicht wieder herausstoße, so schlaget einige Pfähle ein, leget auf den Keil ein Brett, und befestigt das Brett mit Stricken, daß es nicht fortgestoßen werde, oder grabet das Loch auf drey Fuß aus, und verstopfet es mit guter Kleyerde. Allerdings wäre es vortheilhafter, das Loch von außen zu verstopfen, wenn man nur dazu gelangen könnte.

§. 406. Sollte dieses noch nicht der Noth abhelfen; alsdann hat sich das Loch innerlich bereits erweitert, und der Deich geräth in die äußerste Gefahr, seiner übrigen Stärke ungeachtet, verloren zu gehen. Ehe ihr das äußerste Mittel ergreifet; so machet einen Versuch, die Oeffnung mit Stroh und Mist, besonders Kuhmist, voll zu stampfen,

mit Brettern zu überlegen, Pfähle neben her einzurammen, und mit Querstangen, die mit Stricken und Ketten an die Pfähle befestiget und angespannt sind, die Bohlen anzudrucken. Wie nöthig diese starke Verstopfung sey, erhellet unter andern daraus, daß eine Oeffnung von einem Quadratfuße, über welche das Vorwasser 10 Fuß steht, einen Druck von 650 ℔ gegen die Verstopfung äußert. In den ersten Tagen der entstandenen Wasserfluth reichet diese Vorsichtigkeit und Anstalt hin, den Durchbruch zu verhüten, und wenn die beschädigte Stelle hoch mit Erde wie mit einer Pyramide belastet wqrden, so hält sie auch wohl den ganzen Sturm aus. Reißet aber das Wasser diese Bedeckung weg; so ist nur noch eine Gegenanstaltung übrig, Deich, Land, und das Leben der nächsten Einwohner mit ihren Habseligkeiten zu retten. Erwählet zwo starke und lange Stangen, befestiget sie zu beyden Seiten an ein starkes Segel, könnet ihr in der Geschwindigkeit mehrere Segel über einander schlagen; so ist die gehofte Wirkung desto zuverläßiger. Diese Plane schiebet man vermittelst der Stange längst der äußern Doßirung herab, bis man das Loch trift. Augenblicklich verstopft sich der Durchbruch, der mit Mist und Kleyerde ausgestampfet, und mit einer starken Erdpyramide, die zum Gegengewichte dienet, verschlossen wird. In solcher großen Noth muß Tag und Nacht mit beständig abwechselnder junger und beherzter Mannschaft gearbeitet werden, ohne Ansehen der Person und des Standes, wenn es an Hilfe fehlen sollte. Versaget euch dieses Mittel, so ist alles verloren, die Fluth bricht durch, reißet den Deich nieder, die Kappe stürzt ein, ein breiter und hoher Wasserka-

nal

nal stürzt durch die Oeffnung ins Land, und in wenig Stunden sieht man das Bild der angehenden Sündfluth vor Augen. Hat derjenige, der die Arbeiter anführet, nicht vorher sich nach Höhen umgesehen, wo sie ihr Leben retten können; so werden viele plötzlich vom Wasser umringet, und es ist nichts kläglicheres, als diese Elenden unter tausend Ach und Hilfrufen nach und nach ertrinken zu sehen. Ganz außerordentlich kommt in dieser Verstopfungsarbeit das Banquet zu statten, da nun dieses überdem wohlfeiler ist, als eine totale Dossirung; so sollte man hohe Deiche, die eine starke innere Abdachung erfordern, allemal mit Banquetten versehen.

§. 407. Der zweite große Schaden ist die Senkung der innern Dossirung, welches in der Gegend, wo eine große Brake, Morast oder Kolk sich innenwärts nahe am Deiche befindet, leicht sich zuträgt. Der Deichfuß wird bey anhaltenden Vorwassern zuerst moderflüßig, dann schiebet die Last des innern Dossements den Fuß in die Brake hinein, und macht den Anfang sich von dem Deiche los zu reißen. Dieses Unglück muß nicht abgewartet werden, sondern man schlägt mit Handrammen einige Reihen Rammbretter dichte hinter einander vor die innere Berme, hinter diese Bretterreihen stößt man Pfähle ein, so mit dichtigen Latten und Spiekern mit einander verbunden werden. Unterdessen stellet der auf seine Rettung begierige Landmann die gesunkene Dossirung wieder her.

§. 408. Manchmal schlicket das Vorland über das Binnenland in die Höhe, liegt nun letzteres niedriger; so hat man bey jeder Fluth Quellwasser hinter dem Deiche. Also lege man denn im Deiche

Sielen an, um mit dem fetten Winterwasser gleichfalls das Binnenland in die Höhe zu schlicken. Es ist auch möglich, durch diese Sielen einen den Durchbruch drohenden Deich zu retten, wenn nämlich das Binnenland sich in der Nähe erhebet. Denn läßt man eine Parthie Wasser durch das Siel hinter den Deich, welches also keine Flügel, sondern nur Schütze besitzen darf; so hält dasselbe dem Außenwasser einigermaßen das Gleichgewicht, und der Deich bleibt stehen.

§. 409. Für den Verlust der auswärtigen Doßirung und des Vorlandes ist währendem Sturme gar kein Rettungsmittel übrig, diesen Schaden wird man geduldig müssen geschehen, und sich an der innern Verstärkung des Deiches begnügen lassen. Reißen die Sielen aus; so kann man gleichfalls wenig Gegenanstalten vorkehren. Ein solcher Deich geht unaufhaltbar zu Grunde. Diesen Unfall aber hätte man einen ganzen Sommer hindurch, und oft noch länger, vorher wissen, und ihm vorbeugen sollen.

§. 410. Es folgt endlich der fürchterliche Kappensturz, das Uebel aller Uebel. So lang die Kappe nur hin und wieder mit einigen gar zu hoch sich erhebenden Wellengipfeln beschlagen wird, und dabey sehr breit ist, hat man noch wenig zu befürchten: wenn aber die halbe Welle sich über die Kappe wirft, so kann man glauben, daß bey ermangelnder Gegenwehr im kurzen Kappe, Deich, innere und äußere Doßirung bis auf den Fuß, ja oft noch tiefer unter dem Fuße, nicht mehr vorhanden seyn werden. Das traurigste bey dieser unglücklichen

Szene

Szene ist die Herabstürzung der Fluth über die Kappe. Ein Strom, der oft 16 Fuß von oben herab schießet, kann nicht anders als tiefe Kölke hinter dem Deiche aushöhlen. Man ist an der Elbe in der Altmark bey der Ueberschwemmung vom Jahr 1771 einiger von 50 Fuß Tiefe ansichtig geworden. Es ist erschrecklich, was dadurch vor eine Menge Sandes aus dem tiefsten Grunde heraus gesprenget, über Wiesen und Aecker verbreitet, und diese dadurch begraben worden! Man will sagen, daß dieses Unglück daselbst nicht hätte verhütet werden können: wir wollen dieses dahin gestellt seyn lassen, und nur erwägen, was geschehen muß, einen Kappensturz bey mächtig aufgeschwollenem Gewässer zu verhüten. Wo eine Eisstopfung sich aufhält, da ist die Kappe in Gefahr nach und nach untergraben und fortgeschoben zu werden, wo der Deich sich gesenket hat, da ist zu vermuthen, daß die hohe Fluth überlaufen, und eben diesen Jammer über die Deichnachbaren verhängen werde. In beyden Fällen hat man frühzeitig zu beyden Seiten der gefährlichen Stelle doppelte Reihe Pfähle nicht auf der Kappe, sondern auf den Abdachungen selbst einzuschlagen, wer wollte unter diesen Umständen eine Kappe erschüttern, und locker machen? zwischen diesen Pfählen lasset gute Bohlen einschieben, und auf der unterwärts abgeschärften Kante etwas einrammen. Den Zwischenraum stampfet mit Erde oder Mist aus, und wenn die Noth zu schnell sich vermehret, so heftet Faschinen zuletzt auf, um die Fällung schnell zu vollenden; so ist die Kappe für ihren Einsturz in Sicherheit gestellet.

§. 411, Daß man nach verlaufener Fluth, die Deiche wieder herstellen, die Kölke ausfüllen oder umdeichen, die Abdachungen verstärken, das Vorland, wenn es sich in Schartufer verwandelt hat, für weitern Abbruch verwahren, und alles auf das regelmäßigste wieder in die Ordnung bringen müsse, versteht sich von selbst. Wo aber in der Deichlinie selbst eine Brake entstanden, da hat man einige weitläuftigere Anstalten nöthig, den Körper wieder herzustellen. Verfahret also: zu beyden Seiten schlaget ein Packwerk, oder wenn der Kolk tief ist, und ausweichenden Grund hat; so rammet Pfähle ein, und bekleidet selbige mit Bohlen. Und kurz! man verfertiget ein Krippenwerk. Hierauf wird die Füllerde eingeschüttet, und so bald man über das Wasser herauf gekommen, läßt man das Werk eine Zeit lang stehen, damit es sich setze, endlich wird der ganze Deich vollendet. Wenn dieses Unglück sich an einem Seedeiche zugetragen, und die Brake Ebbe und Fluth halten würde, so füllet nicht auf einmal den ganzen Deichfuß aus, sondern lasset eine Oeffnung, durch welche das Wasser eintreten und abfließen kann; sonst wirft der Druck desselben alles über den Haufen, da es bey dieser Vorkehrung immer zu beyden Seiten balanziret. Diese Oeffnung aber muß nicht größer seyn, als daß man sie plötzlich bey einer einzigen Ebbe mit verdoppelter Arbeit wieder verschließen, und nachmals, wenn man über die Fluthlinie gelanget, den Deich gehörig erhöhen, und an den noch unbeschädigten Wall anschließen könne. Es kommt sehr viel auf einen guten Anschluß an.

Anmerk. Niemals muß man Füllerde irgendwo sich an schon vorhandene anschließen, ohne den Ort des Anschlusses vorher von neuem aufgegraben und berodet zu haben, damit sich die neue Erde mit der alten verbinde; wo dieses nicht beobachtet wird, entstehen Risse und Borsten, zumal wenn die Arbeit zu schnell betrieben, und die Füllerde sehr feucht eingeschüttet worden.

§. 412. Sollte eine Borste irgendwo im Deiche entstanden seyn, es sey nun durch eine Sinkung des Grundes, oder durch Schwindung des neuen Anschusses; alsdann schneidet man einen Keil von der Kappe an dergestalt heraus, daß die Basis dieses Triangels oben, und die Spitze unten sich befindet, wo die Borste zu Ende laufet. Wird diese Lücke ausgefüllet, so dränget dieser neu eingesetzte Keil sich von beyden Seiten an die schon vorhandene Masse an, und verbindet sich desto fester.

§. 413. Ich mache den Beschluß dieses wichtigen Kapitels mit einer Anweisung, wie der Bauanschlag zu verfertigen. Zwar was die Siel- und andere Nebenarbeiten, die zwar zur Bedeichung des Landes, nicht aber zur Aufführung des Deiches selbst gehören, betrift; so gehen uns selbige vor der Hand nichts an: sondern ich schränke mich lediglich auf diejenigen Unkosten ein, welche die Darstellung des Deichkörpers erfordert. Die Bemerkungen derjenigen, die sich mit Werken von dieser Art beschäftiget haben, geben uns folgende Regeln an die Hand. Auf 30 Ruthen Weite, bringet eine Wippkarre mit zwey Pferden bespannt und 15 Kubikfuß Erde beladen, aufs Fahren, und so wohl bey

der

der Beladung, als auch bey der Ausstürzung zweymal zu halten, 14 Minuten zu. Es kann also dieselbe in 12 Arbeitsstunden ihre Reise 51mal zurück legen, und 765 Kubikfuß Erde zum Deiche liefern. Auf zwey Wippkarren rechnet man 3 Deichgräber, und die angefahrene Erde auf dem Deiche zu verbreiten, 1 Schlichter. Wenn nun der Kärner täglich 1 Thl. der Gräber 8 Gr. der Schlechter 6 Gr. empfängt, so kosten 1530 Kubikfuß Erde auf 30 Ruthen weit zu fahren $3\frac{1}{4}$ Thl. Auf jede 45 Ruthen weiterer Entfernung rechnet man eine Wippe mehr, mithin kosten jede 5 Ruthen weiterer Distanz über 30 Ruthen $\frac{1}{9}$ Rthl. mehr. Obgleich bis 45 Ruthen weiterer Entfernung keine neue Wippe hinzu kommet; so müssen doch bis dahin die Karren geschwinder fahren, wofür sie dann auch mehr Lohn verlangen können. Nun kommen die Umstände des Orts mit in Betrachtung, welche den Preis entweder vermehren oder vermindern. Genug, daß man hieraus sieht, was maaßen der Raum der ausgestochenen Erde und die Weite der Fahrt den Werth der Arbeit bestimmen, sintemal beydes genau gemessen werden kann. Dahingegen ist es nicht möglich die wirklich eingedeichte Erde zu berechnen. Bey der Deckarbeit ist zu bemerken, daß ein Mann in einem Tage eine Quadrathruthe belegen könne. Nun ist noch zu erwägen, wie viel das Stroh gelte, und was die Anfahrung nebst der Bindung desselben in Schefeln kosten werde. Die Deichbedeckung mit Rasen oder Soden, welche am füglichsten im Herbste vorzunehmen, da die Sonnenhitze dieselben nicht mehr austrocknen kann, ist sehr leicht zu veranschlagen, wenn man durch einen Versuch ausfindig gemacht hat,

wie

wie viel Stück, deren jedes einen Quadratfuß enthält, man in einem Tage ausstechen könne, wie weit sie anzufahren sind, und wie viel Zeit ein fleißiger Decker anzuwenden habe, eine Quadratruthe zu legen, anzustampfen, aufzuheften und zuletzt zu begießen. Die übrigen Deichbedeckungen werden, nach dem Preise der Materialien, Holz oder Stein und dem Verdienste der Arbeiter veranschlaget. Womit ich den ersten Theil meines Werkes beschließe.

Ende des ersten Theils.

Bayerische Staatsbibliothek München

Библиотека
Академии Наук
СССР

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Silberschlag, Johann Esaias, 1721-1791 / Marthin, Johann [Illustrator] [Mitwirkender] / Ziegler, Johann [Illustrator] [Mitwirkender]

Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues

Bd.: Erster Theil

Wien 1785

A.hydr. 1541 o-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060303-0
VD18 90863585